رشتهٔ الکتروتکنیک

طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند











بسم الله الرحمن الرحیم

طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند

رشته الکتروتکنیک

گروه تحصیلی برق و رایانه

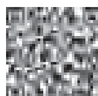
شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه

۱۳۹۶



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند ـ ۲۱۱۲۶۳

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
علی‌اکبر مطیع بیرجندی، شهرام خدادادی، مجتبی انصاری‌پور، محمّدحسن اسلامی، علیرضا حجرگشت، امیرحسین ترکمانی، نقی اصغری آقا باقر (اعضای شورای برنامه ریزی)
محمد حسن اسلامی، روزبه بیتا، سمیرا منشی‌پور، امیرحسین ترکمانی، ابوالفضل طالبیان، منصور اله وکیل (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارۀ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) ـ ایمان اوجیان (طراح یونیفورم) ـ مجتبی احمدی (صفحه‌آرا) ـ سمیه نصری (طراح جلد) ـ علیرضا سیّاحی (رسام) ـ نسرین اصغری (عکاس)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارۀ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادۀ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن :۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/ صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۶

شابک ۵ـ ۲۸۷۸ ـ ۰۵ ـ ۹۶۴ ـ ۹۷۸ ISBN 978 - 964 - 05 - 2878 -5



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان‌شاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الان عبادت‌تان این است که کار بکنید. این عبادت است.

امام خمینی (قُدِّسَ سِرُّه‌الشَّریف)

سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است.

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی نصب برق اضطراری و پشتیبان و سیم‌کشی خانه هوشمند

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه و مدیریت انرژی

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، سومین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکتروتکنیک در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی طراحی و نصب تاسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر

پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌هایی قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تایید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس داری ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تاثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرآیند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثری شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکتروتکنیک طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هریک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیر فنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بستهٔ آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیر فنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده

درسال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

پودمان اول: این پودمان نصب و راه‌اندازی موتور ژنراتور خانگی را در واحد یادگیری اول با عنوان "برق اضطراری و پشتیبان" و نصب سامانه‌های برق خورشیدی را در واحد یادگیری دوم با عنوان "نصب سامانه فتوولتاییک" آموزش می‌دهد.

پودمان دوم: سیم‌کشی و کنترل هوشمند روشنایی برق ساختمان مسکونی با عنوان خانه هوشمند ارائه می‌شود.

پودمان سوم: مهارت همبندی و نصب صاعقه‌گیر از موارد حفاظتی بسیار مهم در تأسیسات الکتریکی برق ساختمان در این پودمان آموزشی داده می‌شود.

پودمان چهارم: نگهداری از تأسیسات الکتریکی مربوط به برق اضطراری و سامانه فتوولتاییک در این پودمان آورده شده است.

پودمان پنجم: نقشه‌کشی و نرم‌افزار عنوان این پودمان بوده و ابتدا نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی مورد نیاز در پودمان‌های قبل آورده شده و در نهایت به کمک دو نرم‌افزار، امکان‌سنجی و شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک آموزش داده شده است.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

فهرست

پودمان اول :

پودمان دوم :

پودمان سوم :

پودمان چهارم :

پودمان پنجم :

پودمان ۱

برق اضطراری و پشتیبان





برآورد توان الکتریکی مصرفی با توجه به تنوع مصرف‌کننده‌ها و انتخاب و نصب مولد اضطراری مناسب با رعایت موارد ایمنی، مهارت انتخاب قطعات سامانه فتوولتاییک و نصب قطعات آن به صورت ایمن از توانایی‌ها و مهارت‌هایی است که هنرجویان در این پودمان کسب خواهند کرد.

واحد یادگیری ۱

برق اضطراری

آیا می‌دانید

- هنگام قطع برق چگونه می‌توان برق جایگزین تولید و استفاده کرد؟
- مولد برق جایگزین و اضطراری چه مشخصاتی دارد؟
- چرا کیفیت و نوع مصرف‌کننده‌ها در انتخاب توان تولیدی مولد برق اضطراری تأثیر دارد؟
- چگونه می‌توان مولد برق اضطراری را به شبکه سیم‌کشی‌شده برق منزل، متصل کرد؟

استاندارد عملکرد کار

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود ابتدا برق مصرفی یک واحد مسکونی را برآورد کرده و با توجه به مصرف بهینه، مولد برق اضطراری (موتور- ژنراتور) مناسب انتخاب کنند.
همچنین خواهند توانست مولد برق اضطراری را راه‌اندازی کرده و با رعایت موارد ایمنی آن را به سیم‌کشی برق متصل و بهره‌برداری کنند.

مقدمه

سیستم UPS، در سال گذشته به عنوان یک منبع پشتیبان برق در کتاب تأسیسات الکتریکی جریان ضعیف معرفی شد. با وجود UPS، وقفه بسیار کوتاهی در قطع برق و وصل مجدد آن در عملکرد تأسیسات جریان ضعیف رخ می‌داد. در ضمن وصل برق مجدد به‌صورت خودکار صورت می‌گرفت. در برخی از سیستم‌ها نیاز به وصل خودکار برق نیست حتی یک تأخیر کوتاه در وصل مجدد هم به عملکرد سیستم‌هایی مثل روشنایی عمومی، پمپ های آب، سیستم تهویه، سردخانه‌ها، آسانسور، پله برقی و حتی پمپ‌های آتش‌نشانی و دوربین‌های CCTV آسیب نمی‌رساند. در این نوع سیستم‌ها اضطراری بابت وصل مجدد برق به‌صورت خودکار نیست و در بعضی از آنها یک تعلل کوتاه، آسیبی به همراه ندارد.

در این فصل تمرکز روی راه‌اندازی این نوع سیستم‌های برق اضطراری، نظیر «موتور- ژنر اتور و سیستم فتوولتاییک» پس از قطع برق است. هرچند به نیروی برق اضطراری که توسط دیزل ژنراتورهای بزرگ تولید می‌شود و راه‌اندازی آنها به‌صورت خودکار و با تأخیر درحد چند ثانیه است نیز اشاره‌ای خواهد شد.

۱-۱ برآورد مصرف برق

گاهی با قطع برق منزل یا محل کار نیاز به تأمین نیروی الکتریکی جایگزین می‌باشد. برای تأمین برق اضطراری می‌توان از مولدهای برق اضطراری موتور-

ژنراتور (Emergency Generator) استفاده کرد.
ابتدا باید لیست اولویت لوازم برقی نظیر روشنایی، تلویزیون، یخچال و وسایل پخت و پز برقی تهیه شود که با قطع برق استفاده از آنها ضروری است. تهیه شود. سیستم‌های تهویه و سرمایشی گرمایشی برقی، ماشین لباس‌شویی و ظرف‌شویی ضمن اینکه پرمصرف هستند ضرورت روشن‌کردن آنها با مولد برق اضطراری به هنگام قطع برق باید با دقت بررسی شود. بعد از انتخاب مصرف‌کننده‌های ضروری، توان مجموع آنها درنظر گرفته شود.

فعالیت کلاسی



توان مصرف‌کننده‌های شکل ۱ را طبق جدول ۱، استخراج کنید. آیا مصرف‌کننده پرمصرف در بین آنها وجود دارد؟

جدول ۱- توان مصرف کننده‌های الکتریکی خانگی

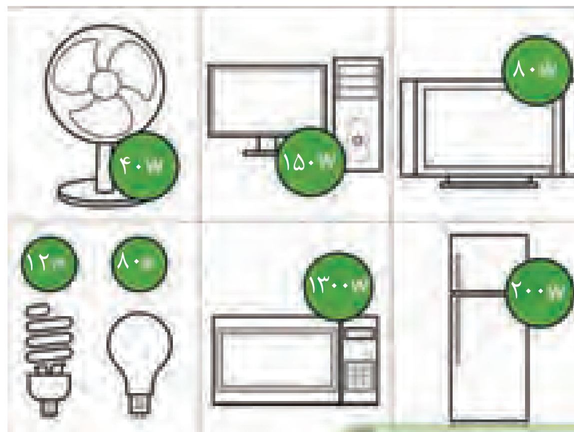
متوسط توان مصرفی لوازم برقی خانگی (به ترتیب از کم مصرف به پرمصرف)		
ردیف	**نام وسیله برقی**	**متوسط توان مصرفی لحظه‌ای (وات)**
۱	لامپ LED تزئینی	۱
۲	لامپ فلورسنت کوچک	۲۰
۳	لامپ کم‌مصرف ۲۰	۲۰
۴	هواکش	۳۵
۵	لامپ فلورسنت بزرگ	۴۰
۶	لامپ رشته‌ای تزئینی	۴۰
۷	پنکه	۷۰
۸	یخچال	۱۰۰
۹	لامپ رشته‌ای ۱۰۰	۱۰۰
۱۰	رایانه رومیزی(لپ‌تاپ)	۱۰۰
۱۱	چرخ خیاطی	۱۰۰

۱۲	تلویزیون LED ۴۰ اینچ	۱۳۰
۱۳	فریزر	۱۵۰
۱۴	آب‌میوه‌گیری	۳۰۰
۱۵	تلویزیون پلاسما	۳۵۰
۱۶	رایانه، اسکنر، صفحه نمایش	۴۰۰
۱۷	کولر آبی	۵۰۰
۱۸	چرخ گوشت	۵۰۰
۱۹	پلوپز	۸۰۰
۲۰	سماور برقی	۱۰۰۰
۲۱	مایکروفر	۱۰۰۰
۲۲	جاروبرقی	۱۲۰۰
۲۳	سشوار	۱۲۰۰
۲۴	ماشین لباس‌شویی	۱۵۰۰
۲۵	آبگرمکن برقی	۲۰۰۰
۲۶	اتوی برقی	۲۰۰۰
۲۷	بخاری برقی	۲۰۰۰
۲۸	کولر گازی	۲۰۰۰
۲۹	ماشین ظرف‌شویی	۲۰۰۰



شکل ۱- تخمین توان تقریبی مصرف‌کننده‌های لوازم خانگی

توان الکتریکی مصرفی هرکدام از لوازم خانگی روی پلاک مشخصات آن وسیله آورده شده است. برای تعیین توان مورد نیاز هنگام قطع برق توسط مولد برق اضطراری ابتدا باید جمع توان مصرف‌کننده‌های ضروری را تعیین کرد (شکل ۲).



شکل ۲- توان تقریبی مصرف‌کننده‌های خانگی

مطابق شکل ۲ مجموع توان الکتریکی مصرف‌کننده‌ها بدست می‌آید.

Peq =۴۰+۱۵۰+۸۰+۱۲+۸۰+۱۳۰۰+۲۰۰ = ۱۸۶۲ [w]

اکنون با مشخص‌شدن توان الکتریکی مصرف‌کننده‌ها، توان الکتریکی مولد اضطراری تشخیص و با پیش‌بینی مدت زمان قطع برق، مدت زمان کار مولد و نوع آن تعیین می‌شود.

۲-۱ مولد برق اضطراری

مولد برق اضطراری خانگی، اصطلاحاً موتور ژنراتور نامیده می‌شود. موتور[1] ژنراتور[2] به‌عنوان پشتیبان و تولید برق اضطراری در زمان قطع برق شبکه سراسری، یا در کمپ‌های تفریحی به‌دلیل عدم دسترسی به شبکه سراسری برق، برای تولید برق استفاده می‌شوند (شکل ۳).

---

۱ - Motor

۲ - Generator



شکل ۳-چند نمونه مولد برق اضطراری(موتور ژنراتور)

مولدهای برق اضطراری در توان‌های چند کیلووات تا چند هزارکیلوولت آمپر ساخته شده‌اند و هنگامی که به درستی انتخاب، نصب و نگهداری شود قادر خواهد بود در مدت ۸ الی ۱۵ ثانیه راه‌اندازی و مصرف کننده‌ها را تغذیه نماید. قدرت خروجی مولدهای برق اضطراری مانند UPS برحسب توان ظاهری ولت آمپر و کیلوولت آمپر می‌باشد. این توان ظاهری برای محاسبات باید به توان اکتیو (P) تبدیل شود و سپس برآورد مصرف انجام شود.

اجزای اصلی مولد برق اضطراری عبارت‌اند از :

الف) موتور

ب) ژنراتور

ج) تنظیم کننده ولتاژ[1]

د) تنظیم کننده سرعت[2]

الف- موتور انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی نظیر گازوئیل، بنزین و گاز طبیعی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌نماید.

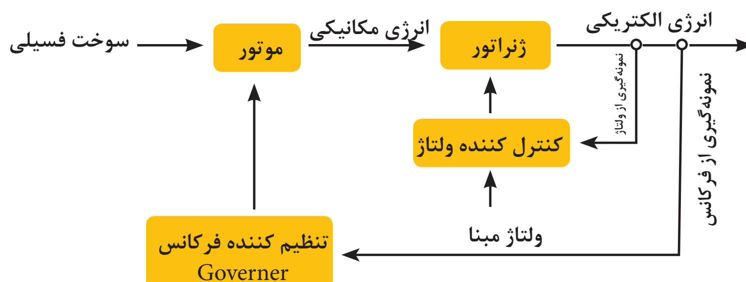
ب- ژنراتور، انرژی مکانیکی موتور حاصل از سوخت‌های فسیلی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید.

ج- تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ که به‌اختصار آن را«AVR» نیز می‌گویند شامل یک مدار الکتریکی است که با نمونه‌گیری از ولتاژ ژنراتور و مقایسه آن با ولتاژ مبنا که از قبل برای آن تعریف شده است، به تنظیم و تثبیت ولتاژ می‌پردازد.

د-تنظیم‌کننده سرعت که به آن «گاورنر» می‌گویند با نمونه‌گیری از فرکانس برق ژنراتور و مقایسه با فرکانس مبنا که از قبل برای آن تعریف شده است، به تنظیم سرعت موتور می‌پردازد تا فرکانس برق ژنراتور تثبیت شود.

ولتاژ و فرکانس مبنا، ولتاژ و فرکانس نامی مصرف‌کننده می‌باشد.

ارتباط اجزای اصلی مولد برق اضطراری در بلوک شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۴ــ ارتباط اجزای موتور ژنراتور

۱ - Automatic Voltage Regulator

۲ - Governer

۳-۱ انواع مولد برق اضطراری

مولدهای برق اضطراری با توجه به نوع سوختی که مصرف می‌کنند تقسیم‌بندی و نام‌گذاری می‌شوند:
مولد برق اضطراری دیزلی
مولد برق اضطراری بنزینی
مولد برق اضطراری گاز سوز

۱-۳-۱ مولد برق اضطراری دیزلی:

مولد برق اضطراری دیزلی انرژی حاصل از سوخت گازوییل را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند و آن را اصطلاحاً «دیزل ژنراتور» گویند. اجزای دیزل ژنراتور در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- دیزل ژنراتور

دیزل ژنراتورها در توان‌های چند کیلوولت آمپر تا چند مگاولت آمپر ساخته می‌شوند و برای کاربری دائمی بسیار مناسب و قابل اعتماد می‌باشند . خطر آتش‌سوزی و انفجار آنها را تهدید نمی‌کند و نسبت به سایر مولدهای برق اضطراری ایمن‌تر هستند.
مولدهای برق اضطراری بنزینی و گازسوز از نظر عملکرد مشابه هم بوده ولی در نوع مصرف سوخت، متفاوتند.

فعالیت

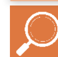


در مورد اجزای مولد برق اضطراری دیزل ژنراتور بحث و تبادل‌نظر کنید. در جدول ۲ انواع مولد برق اضطراری معرفی شده است.

جدول۲- انواع مختلف مولد برق اضطراری

ردیف	عنوان	تصویر نمونه
۱	موتور ژنراتور دیزلی	
۲	موتور ژنراتور بنزینی	
۳	AVR	
۴	D-AVR	
۵	خازنی	
۶	موتور ژنراتور گازسوز	

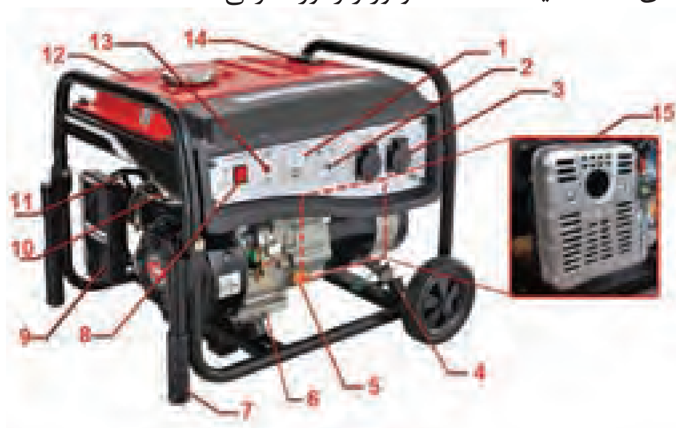
تحقیق کنید



در مورد تفاوت انواع مختلف مولد برق اضطراری تحقیق و به کلاس درس ارائه کنید.

۴-۱ اجزا و قسمت‌های مختلف مولد بنزینی

در شکل ۶ قسمت‌های مختلف یک دستگاه موتور ژنراتور معرفی شده است.



شکل ۶- اجزای مولد برق اضطراری (موتور ژنراتور)

۱- نمایشگر ولتاژ خروجی

۲- کلید مدار محافظتی

۳- پریزهای صنعتی و خانگی: مسیر ارتباط برق تولیدشده به محل مصرف

۴- لرزه‌گیر: جلوگیری از ارتعاش مجموعه متحرک به محل قرارگرفتن مولد

۵- شیر ورودی روغن: از این قسمت می‌توان روغن مورد نیاز دستگاه خود را به داخل دستگاه ریخت.

۶- شیر خروج روغن / پیچ تخلیه کارتر: این قسمت برای تخلیه روغن می باشد.

۷- دستگیره‌های حمل‌ونقل

۸- کلید خاموش / روشن: این کلید اولین مرحله برای شروع به‌کار دستگاه می‌باشد و یک لامپ کوچک داخل آن تعبیه شده تا وضعیت کلید را در هر زمان مشخص کند.

۹- فیلتر هوا: هوای لازم برای احتراق باید خشک و عاری از غبار باشد.

۱۰- شیر بنزین: کاربرد بسیار مهم این شیر در زمان‌های اضطراری خود را نمایان می‌سازد.

۱۱- ساسات: برای شروع به‌کار در شرایط خاص، نیاز به یک سیستم کمکی در اجزای موتور ژنراتور می‌باشد. در موتور ژنراتورهای دارای حسگر این سیستم در دو نوع دستی و اتوماتیک وجود دارد.

۱۲ – مخزن سوخت موتور ژنراتور: محل ذخیره سوخت (بنزین)

۱۳- حسگر هشدار روغن: یکی از اجزای موتور ژنراتورهای دارای حسگر در راستای حفاظت هرچه بیشتر از دستگاه، حسگر کنترل روغن دستگاه می‌باشد تا درصورت اختلال در میزان روغن به جهت جلوگیری از آسیب‌دیدگی اقدام به خاموش‌کردن موتور ژنراتور نماید. بدیهی است می‌توان وضعیت این سیستم را با چراغ هشداردهنده تعبیه شده روی پنل دستگاه کنترل نمود.

۱۴- نمایشگر میزان سوخت: این نمایشگر با طراحی ساده‌ای، به‌راحتی هم میزان سوخت داخل مخزن سوخت را نشان می‌دهد و هم کمک به مدیریت میزان سوخت مصرفی می‌کند.
۱۵- منبع اگزوز: منبع اگزوز با هدف کاهش آلاینده صوتی درنظر گرفته می‌شود.



کار عملی ۱

هدف:

تأمین برق اضطراری یک ویلا با استفاده از یک مولد برق اضطراری

تجهیزات لازم:

۱ـ مولد برق اضطراری متناسب با توان مصرفی (شکل ۷)
۲- کابل رابط
۳- کلید Change Over یا تبدیل
۴- ولت متر



شکل ۷-موتور ژنراتور بنزینی

مراحل کار:

۱- برآورد مصرف: مصرف‌کننده‌های ضروری در این ویلا به شرح جدول ۳ می‌باشد :

جدول ۳- توان و افزایش توان مصرف‌کننده‌ها

مصرف‌کننده	توان در حال مصرف	افزایش توان
یخچال	۱۰۰ W	۱۱۰۰W
سماور برقی	۱۰۰۰ W	۱۰۰۰W
تلویزیون	۳۵۰ W	۳۵۰ W
آب‌گرمکن	۲۰۰۰ W	۲۰۰۰W
مایکرویو	۱۲۰۰ W	۱۳۰۰W
روشنایی ۱۰۰×۵	۵۰۰ W	۵۰۰W
جمع	**۵۵۵۰ W**	**۶۲۵۰W**

توجه: توان نشان‌داده‌شده در جدول برای مصرف‌کننده‌ها تقریبی است.
جریان راه‌اندازی اولیه و کار دائم بعضی از مصرف‌کننده‌ها که دارای الکتروموتور می باشند، با هم متفاوت است. و به همین دلیل هنگام راه‌اندازی افزایش توان مصرف دارد. مانند: یخچال‌ها ، فن‌ها ، ماشین لباس‌شویی و نظایر آن.

فعالیت



چه مصرف‌کننده‌های دیگری را می‌شناسید که توان راه‌اندازی و حالت دائم یکسان نداشته باشند؟

به طور متوسط برای تولید انرژی الکتریکی یک خانه مسکونی بین ۳۰۰۰ تا ۶۵۰۰ وات توان موردنیاز است که بستگی به نوع مصرف موردنیاز دارد. توان مولد اضطراری موردنیاز بر مبنای توان مجموع توان راه‌اندازی است. به همین دلیل در برگه مشخصات انواع مولدها دو محدوده توان درج شده است (شکل ۸).



شکل ۸- موتور ژنراتور با دو توان مختلف ۳۳۰۰ وات و ۴۰۰۰ وات

تذکر: اگر توان مولدی که انتخاب می‌کنید از توان موردنیاز بیشتر باشد پیامدهای زیر را به دنبال دارد:
افزایش قیمت ـ آلودگی بیشترـ سختی حمل و نقل ـ مصرف سوخت بیشتر
مصرف هم‌زمان نشان‌داده‌شده در جدول ۳ حدود ۶۲۵۰ وات است. بنابراین به یک مولد برق اضطراری با توان ۶۲۵۰ وات یا بیشتر موردنیاز است.

سؤال



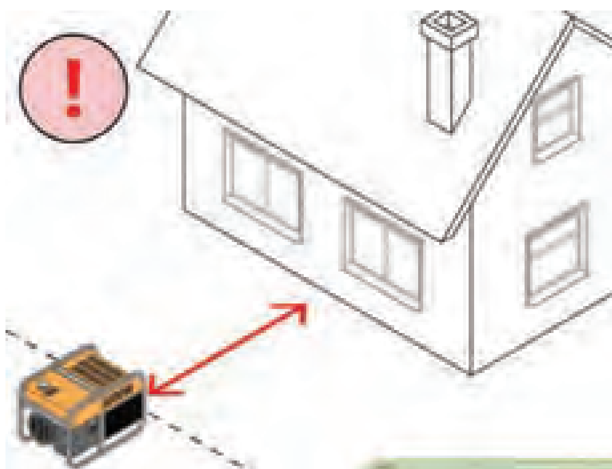
به نظر شما موتور ژنراتور شکل ۸ برای این کار عملی مناسب است؟

۲- انتخاب توان مولد: توان مولدها برحسب کیلوولت آمپر (توان ظاهری) معرفی می‌شود. چون توان مصرف‌کننده‌ها برحسب وات به دست آمده است باید این توان ظاهری به توان اکتیو تبدیل شود. ضریب توان مولد ($\cos\varphi$) برق اضطراری برای بارهای مختلف برابر ۰/۸ است، بنابراین طبق رابطه $P=S \times \cos\varphi$ توان مولد برابر است با

$$S = \frac{۶۲۵۰}{۰/۸} = ۷/۸KVA$$

و توان مولد برابر KVA ۷/۸ کیلوولت آمپر خواهد بود.

۳- نصب مولد: مولدهای بنزینی و گازسوز تولید آلودگی هوا و صوت می‌کنند، بنابراین برای جلوگیری از خطرات ناشی از آلودگی (بیشتر آلودگی هوا) آنها باید در فضای باز و در فاصله مناسب از محل مصرف قرار گیرند (شکل ۹).



شکل ۹- محل نصب موتور ژنراتور در فضای آزاد

نکات ایمنی

هرگز از موتور ژنراتور در محیط‌های بسته و یا نزدیک به پنجره باز استفاده نکنید.



فعالیت

مشخصات فنی انواع مولدهای شکل ۱۰ را بایکدیگر مقایسه و به کلاس ارائه دهید.



شکل ۱۰- چند نمونه موتور ژنراتور و مقایسه توان تولیدی آنها

۵-۱ مشخصات فنی مولد برق اضطراری

مشخصات فنی مولد برق اضطراری توسط شرکت‌های سازنده تحت عنوان «کاتالوگ» ارائه خواهد شد و همچنین مهم‌ترین مشخصات فنی روی پلاک درج و بر بدنه مولد برق اضطراری نصب می‌شود. یک نمونه از مشخصات فنی یا کاتالوگ مولد برق اضطراری در شکل ۱۱ آمده است. به کاربردهای مختلف این مولد توجه کنید.

کاربردهای مختلف آورده‌شده در کاتالوگ را بررسی کرده و در مورد آن بحث و تبادل‌نظر کنید.

Suitable for:

For business activities:

shops, restaurants,
workshops, hotels, offices,
farms

For social activities:

education, training and
culture school or institution,
medical centre, clinique,
organization and government
department, religion centre,
entertainment and sport
centre

For residential:

Villa area, residence community, activity outdoors



Rated Frequency(Hz)	50	60	50	60
Rated Power(kW)	4.6	4.7	4.2	4.5
Rated Voltage(V)	220/380	240/120	220/380	240/120
Rated Current(A)	20.9/12.1	19.6/19.6	19.1/11.1	18.8/18.8
Rated Rotating Speed(r/min)	3000	3600	3000	3600

GENERATOR	
Generator Model	Single-Phase Synchronous Brush Alternator
Power Factor (cosφ)	1.0/0.8
Excitation	Self-excitation
DC Output	12V/8.3A
Voltage Adjustment System	Automatic Voltage Regulator
Generator	Revolving Field
Adjustment Rate of Steady Voltage	≤±5%
Adjustment Rate of Steady Frequency	≤±5%
Insulation Resistance (Cold State)	≥200MΩ
Connecting Mode	Power Shaft Rigid Coupling

ENGINE		
Power Model	CC188F-LPG	CC188F-NG
Engine Type	Single Cylinder, 4-stroke, OHV, Forced Air-cooled	
Bore×Stroke (mm)	88×64	
Displacement (CC)	389	
Ignition System	T.C.I.	
Starting Mode	Recoil/Electric Starter (standard)	
Sound level @ 7 meter Full Load (dB)	77	
Lube Oil Capacity (L)	0.9	
Lube Oil Type	SAE10W-30, <4°C , SAE10W-40, >4°C	
Fuel Consumption (Rated Power)	LPG: 0.33kg/kW · hr NG: 0.35 m^3/kW · hr	
Rated Engine Power (kW)	LPG: 7.6/3600	

شکل ۱۱- مشخصات فنی یک نمونه موتور ژنراتور

این کاتالوگ در سه بخش ژنراتور، موتور و مشخصات از سوی شرکت سازنده مولد برق اضطراری تنظیم شده است. اطلاعات مربوط به مولد ۲۲۰ ولتی، ۵۰ و ۶۰ هرتز به شرح زیر است:

۱ـ فرکانس ژنراتور ۵۰ و ۶۰ هرتز

۲ـ ژنراتور خودتحریک و دارای دو قطب

۳ـ تنظیم‌کننده ولتاژ ژنراتور از نوع AVR

۴ـ ژنراتور تکفاز AC

۵ـ در فرکانس ۵۰ هرتز ماکزیمم توان ژنراتور ۴/۶ کیلووات و در فرکانس ۶۰ هرتز ۴/۷ کیلووات است.

۶ـ در فرکانس ۵۰ هرتز توان نامی ژنراتور۴/۷ کیلووات و در فرکانس ۶۰ هرتز ۴/۵ کیلووات است.

۷ـ ولتاژ نامی ژنراتور ۲۲۰ ولت

۸ـ ولتاژ و جریان DC ژنراتور به‌ترتیب ۱۲ ولت و ۸/۳ آمپر

۹ـ ضریب توان نامی ژنراتور ۰/۸ است.

تمرین



در مورد دیگر مشخصات فنی این موتور ژنراتور مثل نوع مصرف سوخت، محدوده شدت صدا و جابه‌جایی مجاز موتور بحث و تبادل‌نظر کنید.

فعالیت



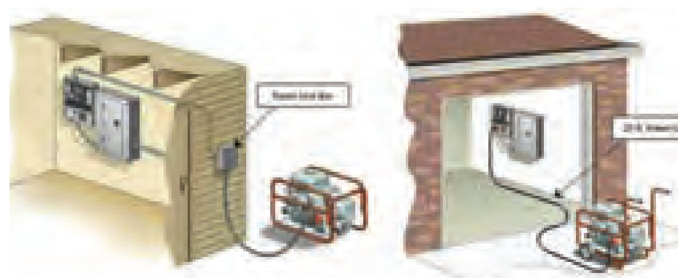
شرکت‌های سازنده موتور ژنراتور را در اینترنت جست‌وجو کنید و کاتالوگ مربوط به یکی از تولیدات آنها را طی گزارشی ارائه دهید.

۶ـ۱ استقرار مولد برق اضطراری

مولد برق اضطراری برای تامین برق وسایل الکتریکی به هنگام قطع برق شبکه سراسری طراحی و ارائه شده‌اند. به هنگام استفاده باید در محل مناسبی استقرار یابند تا گازهای خروجی از اگزوز و سروصدای ناشی از کارکرد موتور باعث سلب آسایش اهالی ساختمان شود.

۱- هرگز سیم رابط خروجی مولد را به شبکه برق متصل نکنید.

۲- همیشه از یک کابل مناسب برای اتصال مولد به تابلو استفاده کنید. طول این کابل کمتر از ۳۰ متر باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ محل اتصال موتور ژنراتور به تابلوی اصلی

۳- هرگز هنگام روشن بودن مولد داخل باک سوخت اضافه نکنید. حداقل ۱۰ دقیقه بعد از خاموش‌شدن دستگاه این کار را انجام دهید.

فعالیت



در محیط پیرامون خود محل‌های مناسب استقرار مولد برق اضطراری را تعیین نمایید. طی گزارشی با ذکر دلایل مناسب‌ترین محل را مشخص کنید.

فعالیت



در محیط پیرامون خود لیست اولویت از وسایل برقی که با قطع برق نیاز به آنها ضروری به‌نظر می‌رسد تهیه و توان الکتریکی آنها را به‌دست آورید. حداقل توان الکتریکی مولد برق اضطراری موردنیاز باید چند وات باشد؟

۷-۱ راه اندازی مولد برق اضطراری

راه‌اندازی مولد برق اضطراری پس از قطع برق انجام می‌شود. قبل از راه‌اندازی ابتدا مولد برق اضطراری را با رعایت نکات ایمنی در محلی مناسب مستقر و پس از بازدید سطح روغن موتور اقدام به راه‌اندازی شود. سپس موتور باید مدت زمان کوتاهی در همین شرایط کار کند. پس از اینکه موتور گرم شد و به دمای مطلوب کار رسید اینک ژنراتور به شبکه برق واحد مسکونی یا تجاری اتصال می‌یابد.



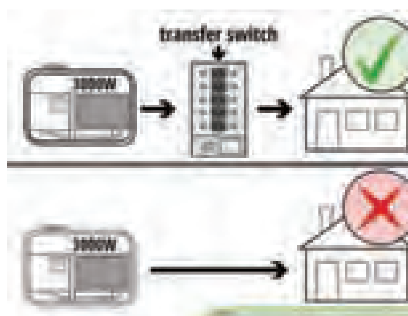
کار عملی ۲

موتور ژنراتور کارگاه را با رعایت اصول ایمنی و بهداشتی راه‌اندازی و مراحل راه‌اندازی را گزارش نمایید.

۱- تعیین محل قرار گرفتن دستگاه

۲- نصب کلید چنج آور (change over Switch یا Transfer Switch)

کلید چنج آور یا تبدیل یکی از اجزای اصلی اتصال موتور ژنراتور به مصرف‌کننده خانگی است. اتصال موتور ژنراتور مصرف خانگی بدون این کلید مجاز نیست (شکل ۱۳). این کلید نقش مدیریت انتخاب تغذیه منزل را به‌عهده دارد و مانند یک کلید تبدیل عمل می‌کند (شکل ۱۴).



شکل ۱۳- کلید چنج آور یا تبدیل



شکل ۱۴- Change Over

کلید اجازه قطع مسیر از شبکه برق و انتقال آن به موتور ژنراتور را برقرار می‌کند (شکل ۱۵). این کلید سه حالت مختلف دارد.

۱- حالت**GEN** : اتصال مسیر مصرف کننده به موتورژنراتور

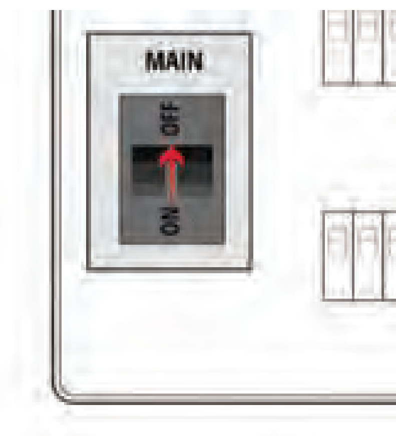
۲- حالت **Off:** حالت قطع کامل، در این حالت خط مصرف از شبکه و از موتور ژنراتور قطع است.

۳- حالت **Main** یا **Line:** در این حالت مصرف‌کننده‌ها از شبکه برق سراسری تغذیه می‌کنند.



شکل ۱۵ ـ اتصال کلید چنج آور و تابلوی اصلی

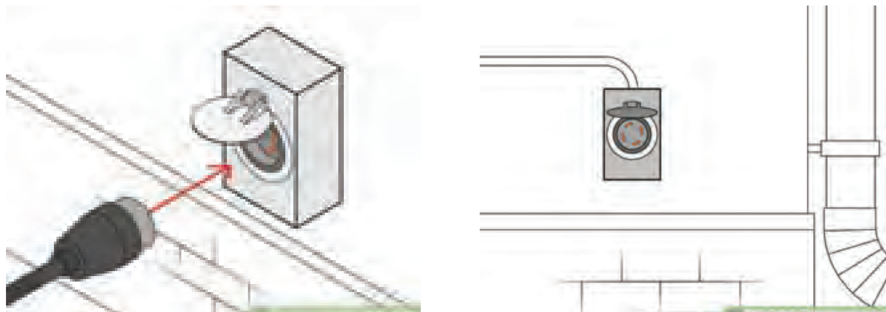
بعد از بررسی کلید انتقال، وضعیت کلید چنج‌آور را به حالت GEN قرار داده و کلید اصلی تابلوی توزیع واحد را به‌حالت قطع Off ببرید (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- حالت قطع کلید اصلی

۳ـ پریز مخصوص ورودی برق از موتور ژنراتور به ساختمان

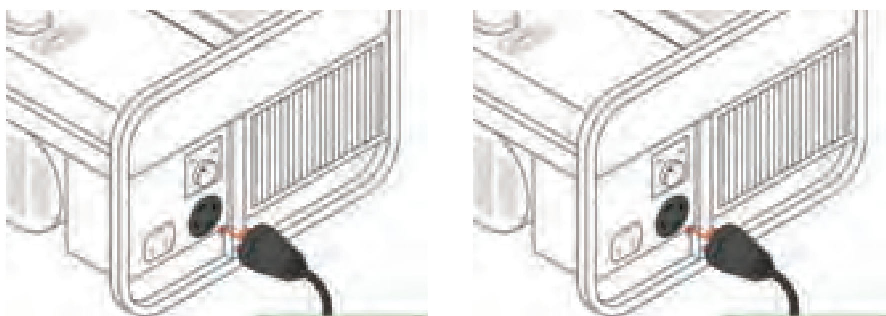
این کلید باید مجهز به درپوش و از نوع بارانی باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ـ پریز بارانی مناسب

۴ـ بررسی وضعیت سوخت و اتصال رابط برق به ژنراتور

قبل از روشن‌کردن ژنراتور بهتر است وضعیت سوخت و همچنین مخزن روغن بررسی شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- وضعیت سوخت و روغن

۵ـ روشن کردن موتور ژنراتور

در این مرحله با تغییر وضعیت کلید مولد به حالت روشن (On)، دستگاه آماده روشن‌کردن است. با کشیدن دسته استارت مولد روشن می‌شود. با تغییر وضعیت کلید اصلی تابلوی توزیع واحد، برق‌رسانی به قسمت‌های مختلف امکان‌پذیر خواهد بود (شکل ۱۹).





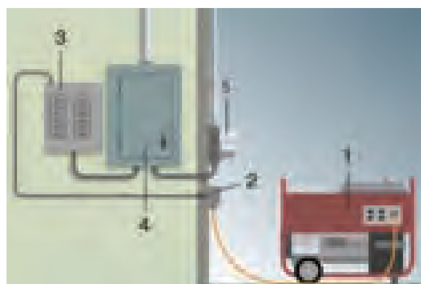
شکل ۱۹- روشن کردن ژنراتور

فعالیت



در شکل ۲۰ نام هر قسمت را مشخص کنید.

Generator
Circuit Breaker Panel
Generator Receptacle on outside of home
Energy meter
Manual Transfer Switch



شکل ۲۰- اجزای اتصال مولد به تابلوی اصلی

سؤال



چرا نصب موتور ژنراتور بعد از کنتور برق است؟

۸-۱ مراحل راه اندازی مولد برق اضطراری

مراحل راه‌اندازی مولد به دو قسمت راه‌اندازی دستی و الکتریکی تقسیم می‌شود. راه‌اندازی دستی شامل اجزاء مکانیکی مولد بوده و مواردی نظیر سوخت، روغن و نظایر آن را بررسی می‌کند ولی راه‌اندازی الکتریکی شامل اتصالات الکتریکی شامل اتصالات الکتریکی و تغییر وضعیت کلید روشن و خاموش است.

فعالیت



مراحل راه‌اندازی دستی و آغاز برق‌دهی مولد در شکل ۲۱ نشان داده شده است. مراحل راه‌اندازی را توضیح دهید.



شکل ۲۱- مراحل تست و راه‌اندازی موتور ژنراتور

۹-۱ نگهداری دستگاه

۱-۹-۱ زمان مناسب برای تعویض روغن دستگاه:
زمان مناسب برای تعویض روغن ۵ ساعت بعد از اولین استفاده از موتور ژنراتور، سپس هر ۱۰۰ ساعت ۱ بار می‌باشد، برای اطمینان از نوع و زمان تعویض روغن موتور از دفترچه راهنمای دستگاه استفاده نمایید.
۲-۹-۱ انبار کردن موتور ژنرتور:
در صورت تمایل به عدم استفاده از دستگاه برای مدتی بیش از ۲ هفته مراحل زیر را انجام دهید:
۱ـ شیر بنزین دستگاه را ببندید.
۲ـ موتور ژنراتور را روشن کنید و اجازه دهید دستگاه بدون بار روشن بماند.
۳ـ پس از خاموش‌شدن دستگاه شرایط انبار کردن آن را مهیا و اقدام نمایید.
توجه: مطالعه دفترچه راهنمای سازنده دستگاه بسیار مهم و ضروری است.
۳-۹-۱ استفاده ماهانه:
در هر ماه موتور ژنراتور را به مدت ۲۰ دقیقه روشن کنید. این امر باعث از بین رفتن رطوبت در داخل موتور و حفظ شرایط مناسب برای کارکرد دستگاه می‌گردد. همچنین با روشن‌شدن دستگاه و شارژشدن باتری موتور ژنراتور از آسیب رسیدن به آن جلوگیری می‌شود. در تست برق‌دهی دستگاه را بررسی کنید تا در صورت بروز مشکل برای رفع آن اقدام شود.
۴-۹-۱ سرویس قطعات:
با توجه به دفترچه راهنمای دستگاه اقدام به سرویس و یا تعویض فیلترهای هوا و سوخت کنید. درحالت کلی برای سرویس فیلتر هوا می‌توان آن را با آب و صابون شست و شو داد و پس از خشک کردن در جای خود جایگذاری نمود. برای سرویس فیلتر سوخت نیز آن را از محفظه تانک دستگاه خارج کرده و پس از سرویس در جای خود قرار دهید.

۱۰-۱ اتصال مولد برق اضطراری به تابلو برق

اتصال مولد برق اضطراری به مصرف‌کننده‌های الکتریکی پس از قطع برق شبکه سراسری و راه‌اندازی موتور با رعایت نکات ایمنی انجام می‌شود. بدین منظور دو روش دستی و اتوماتیک پیش‌بینی و مدارهای الکتریکی آنها طراحی و در یک تابلو برق به‌نام «تابلو برق اضطراری» جاسازی می‌شود.
۱-۱۰-۱ روش دستی:
مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری دستی به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که کلیه فرایندهای اتصال ژنراتور به مصرف‌کننده‌های الکتریکی به هنگام قطع برق شبکه سراسری و بعد از راه‌اندازی موتور توسط فرد صاحب صلاحیت به‌صورت دستی انجام می‌شود. فرایند اتصال ژنراتور به مصرف‌کننده‌های الکتریکی به‌شرح زیر است:
۱ـ قطع کلید محافظ برق ورودی از شبکه سراسری
۲ـ قطع کلیه کلیدهای محافظ مربوط به مدارهای مصرف‌کننده‌ها
۳ـ وصل کلید محافظ ژنراتور
۴ـ وصل کلید محافظ مصرف‌کننده‌ها به ترتیب از توان زیاد به توان کم که در لیست اولویت اتصال به برق

اضطراری قرار دارند.

۵ـ در صورت برقراری برق شبکه سراسری، اکنون ژنراتور باید از مصرف‌کننده‌های الکتریکی جدا شود و کلیه مصرف‌کننده‌های الکتریکی مجدداً به شبکه سراسری برق اتصال یابند. این فرایند به شرح زیر است:

الف) قطع کلید محافظ مصرف‌کننده‌ها به ترتیب از توان کم به توان زیادکه در لیست اولویت اتصال به برق اضطراری قراردارند.

ب) قطع کلید محافظ ژنراتور

پ) وصل کلید محافظ برق ورودی از شبکه سراسری

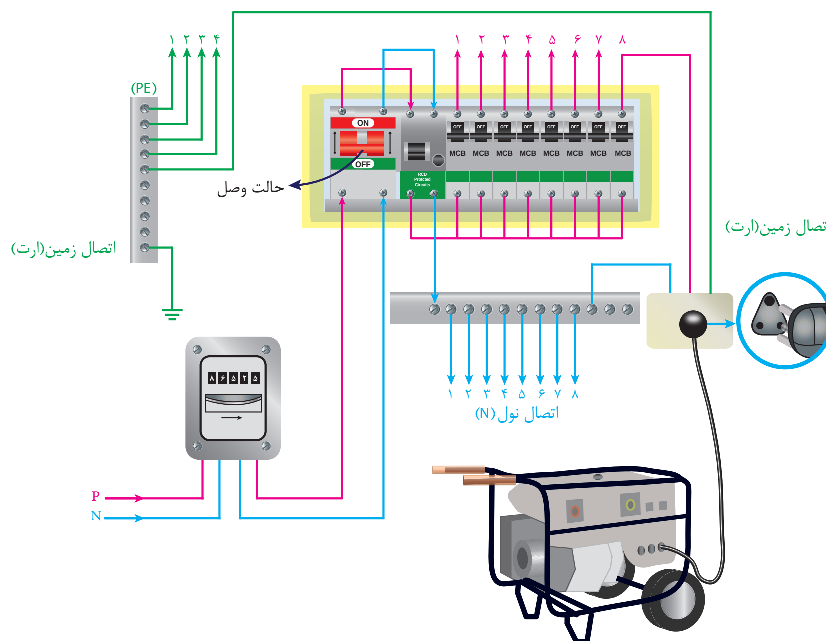
ت) وصل به ترتیب کلیدهای محافظ مربوط به مدارهای مصرف‌کننده‌ها

ث) خاموش‌کردن مولد برق اضطراری

توجه

دسترسی به تابلو مولدهای برق اضطراری فقط باید توسط فرد صاحب صلاحیت صورت گیرد و از دسترسی افراد فاقد صلاحیت جداً جلوگیری شود که باعث بروز خسارت خواهد شد.

مدار الکتریکی تابلو مولدهای برق‌ها اضطراری دستی دارای تنوع است اما اصول کار کردن آنها شبیه همان مواردی است که اشاره شد. فقط تفاوت در افزایش حفاظت تجهیزات در مقابل خطاهای الکتریکی است. یک نمونه از تابلو برق اضطراری در شکل ۲۲ نشان داده شده است.

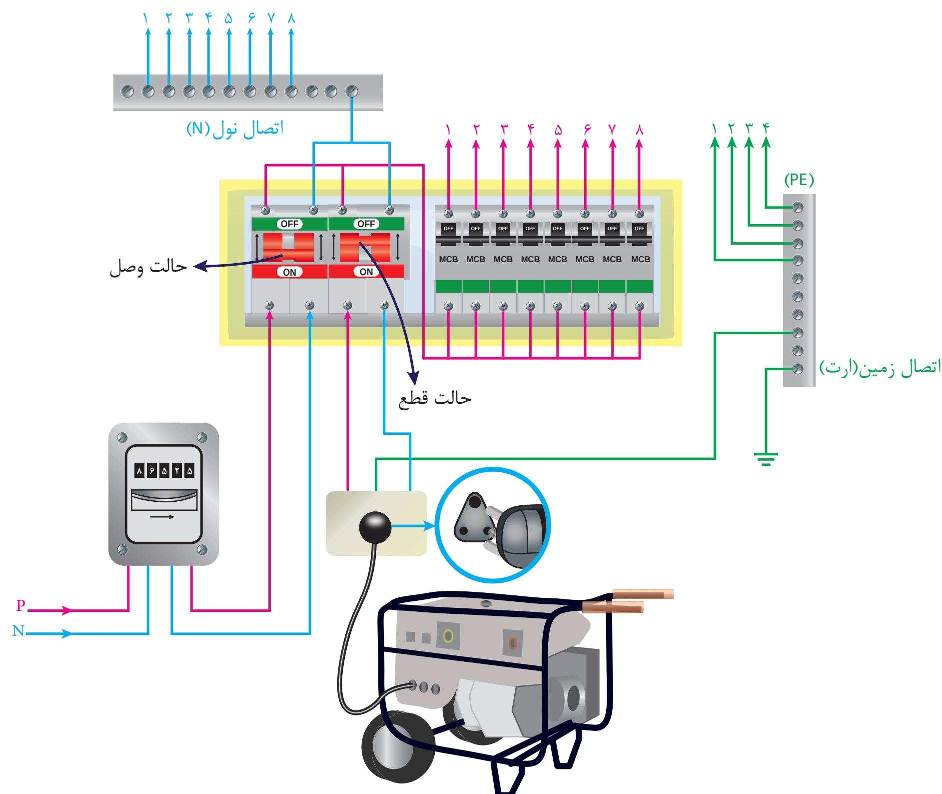


شکل ۲۲- اتصال موتور ژنراتور به تابلو برق اصلی



کار عملی ۵

تابلو برق اضطراری دستی شکل ۲۲ را اجرا کنید. سپس با قطع برق شهر و راه‌اندازی و اتصال مولد برق اضطراری مصرف‌کننده‌ها را به ترتیب وارد مدار کنید. ویژگی‌های این مدار راه‌اندازی را گزارش نمایید.



شکل ۲۳- تابلوی برق اضطراری دستی



کار عملی ۶

مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری دستی شکل ۲۳ را بررسی نمایید و ویژگی‌های آن را گزارش کنید.

۲-۱۰-۱روش اتوماتیک:

مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری اتوماتیک به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که کلیه فرایندهای اتصال ژنراتور به مصرف‌کننده‌های الکتریکی به‌هنگام قطع برق شبکه سراسری و بعد از راه‌اندازی موتور توسط کلیدهای قابل برنامه‌ریزی موسوم به«PLR» انجام می‌شود. بدیهی است با برقراری برق شبکه سراسری اتصال ژنراتور از مصرف‌کننده‌های الکتریکی قطع و کلیه مصرف‌کننده‌ها به شبکه وصل می‌شوند.

ارزشیابی شایستگی برق اضطراری

استاندارد عملکرد: اتصال مولد برق اضطراری در فضای باز

شاخص‌ها:

تسلط بر مشخصات فنی مولد

راه‌اندازی مولد برق اضطراری(موتور- ژنراتور)

برآورد توان مصرف و انتخاب توان مولد

اتصال موتور ژنراتور به مصرف‌کننده

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب- ابزار مناسب- مدت زمان متناسب با حجم کار

ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق - مولد برق اضطراری بنزینی -کابل و اتصالات - کلید Change Over- مصرف کننده- لباس کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب و راه‌اندازی موتور ـ ژنراتور	۲	
۲	نصب کلید Change Over	۱	
۳	برآورد مصرف‌کننده و انتخاب توان مولد	۲	
۴	کاتالوگ‌خوانی و تفسیر اطلاعات مولد برق اضطراری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات، کار تیمی، مستندسازی، ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		*

* **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.**

واحد یادگیری ۲

انرژی های تجدید پذیر (نصب سامانه فتوولتاییک)

آیا می‌دانید

- انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر با یکدیگر چه تفاوتی دارد؟
- کشور ایران در تولید برق خورشیدی(فتوولتاییک) دارای چه پتانسیلی است؟
- سامانه فتوولتاییک چه کاربردهایی دارد؟
- برق تولید شده توسط سامانه فتوولتاییک قابل اتصال به شبکه برق سراسری است؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود مشخصه فنی قطعات سامانه فتوولتاییک را تفسیر کنند و نصب قطعات سامانه فتوولتاییک را با توجه به منطقه محل نصب انجام دهند.
سامانه فتوولتاییک در تولید انرژی الکتریکی پاک، برق اماکن ومناطق دور از شبکه برق سراسری، چراغ‌های راهنمایی رانندگی، روشنایی فضاهای سبزوپارک‌ها وایستگاه‌های مخابراتی بین راهی ونظایر آن کاربرد دارد.

مقدمه

افزایش مصرف انرژی و محدودیت منابع سوخت‌های فسیلی تأمین‌کننده انرژی، سالم نگهداشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق‌رسانی برای نقاط و روستاهای دورافتاده، استفاده از انرژی‌های نو یا تجدیدپذیر را ضروری می‌نماید. انرژی‌های تجدیدپذیر مثل انرژی باد، انرژی خورشید، هیدروژن، انرژی‌های زمین گرمایی و زیست توده می‌تواند در آینده جایگاه ویژه‌ای در تولید انرژی الکتریکی داشته باشد. به نظر شما کشور ایران پتانسیل کدام یک از انرژی‌های تجدیدپذیر را دارد؟

۱۱-۱- انواع منابع انرژی

منابع انرژی که در صورت مصرف کم نشده و در مدت کوتاه دوباره احیا می‌شود اصطلاحاً تجدیدپذیر گفته می‌شود و منابعی که در مدت کوتاه پس از مصرف بوجود نمی‌آید تجدیدناپذیر نام دارد.
در جدول شماره ۱، منابع انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر) معرفی شده است.

جدول ۱ – منابع انرژی

منابع انرژی	
منابع انرژی تجدید ناپذیر: منابعی که در هر صورت مصرف می‌شود و در مدت کوتاه دوباره به‌وجود نمی‌آیند.	منابع انرژی تجدید پذیر: منابعی که در صورت مصرف منبع اصلی کم نشده و در مدت کوتاه دوباره احیا می‌شوند.
نفت و گاز–زغال سنگ، اورانیوم، سوخت‌های فسیلی	باد و خورشید، زمین گرمایی، زیست توده، امواج دریا
پیامدها: مشکلات زیست محیطی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرمای زمین، آلودگی هوا و آبها ، تمام شدن این منابع	پیامدها: اشتغال‌زایی، افزایش رفاه، سلامت محیط زیست، منبع انرژی رایگان، تولید انرژی آسان، کاهش آلودگی هوا و رفع محدودیت برق رسانی در نقاط و روستاهای دوردست مناطق کشور، اشتغال‌زایی بیشتر نسبت به استفاده از منابع فسیلی

تمرین



در شهرهای اشاره شده در جدول ۲ ، کدام یک از منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته است ؟

جدول ۲ – منابع انرژی در شهرهای مختلف

شهر	استان	منبع انرژی	دلیل انتخاب
منجیل	گیلان	انرژی باد	منطقه کوهستانی و بادخیز
مشکین شهر	اردبیل		
یزد	یزد		
مسجد سلیمان	خوزستان		
تهران	تهران	زیست توده	

نمایش فیلم



معرفی منبع انرژی تجدید پذیر در ایران (فیلم سمینار سیستم های خورشیدی) (زمان تقریبی″۳۰ :′۵)

تمرین



در مورد تأثیرگذاری انواع مختلف منابع انرژی بر روی محیط زیست با هم‌کلاسی‌های خود بحث کنید و با توجه به نتایج بحث کلاسی ، جدول شماره ۳ را کامل نمایید.

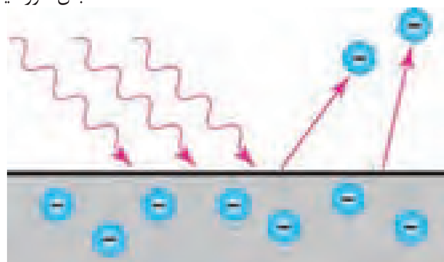
جدول ۳- تأثیرات انرژی بر محیط و اقلیم

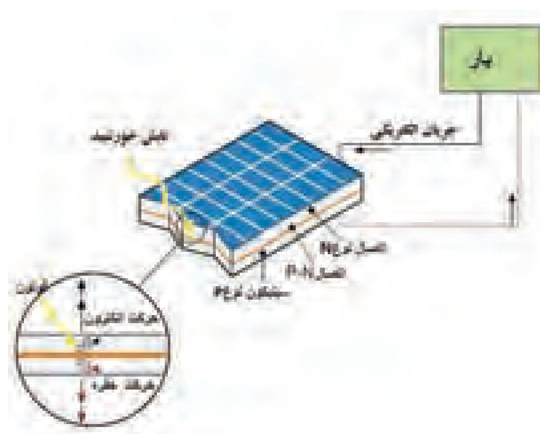
انواع منبع	منابع انرژی	حیات وحش	آلودگی هوا	تغییر اقلیم	نمونه تأثیرگذاری
تجدیدناپذیر	زغال سنگ	بسیار زیاد			اثرات محیطی معادن زغال سنگ
	نفت خام و فراورده های نفتی		متوسط تا زیاد		
	گاز طبیعی				
	هسته ای	زیاد			نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل
تجدیدپذیر	زیست توده		کم تا متوسط		
	باد			خیلی کم	
	خورشید				
	زمین گرمایی	نزدیک صفر		کم	

۱۲-۱ تعریف فتوولتاییک

پدیده‌ای که در اثر آن و بدون استفاده عملیات مکانیکی انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی تبدیل شود. ذرات فوتون نور بعد از برخورد به صفحه کریستالی باعث حرکت الکترون ها و جریان الکتریکی می شود (شکل ۱).

تابش خورشید





شکل ۱-پدیده فتوولتاییک

نمایش فیلم



نحوه تولید الکتریسته در پدیده فتوولتاییک (زمان"۱۱ :'۵)

۱۳-۱ جایگاه فتوولتاییک در ایران

کشور ایران از تابش مناسبی در میان دیگر کشورها برخوردار است. متخصصان این فناوری معتقدند با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم سال و متوسط تابش ۵/۵ تا ۴/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز، ایران یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در این زمینه معرفی شده است. برخی از کارشناسان انرژی خورشیدی گام را از این هم فراتر نهاده و ادعا می‌کنند که در صورت تجهیز بیابان‌های ایران به سامانه‌های دریافت انرژی تابشی می‌توان انرژی مورد نیاز بخش‌های بزرگی از منطقه را تأمین کرد. در شکل ۲، میزان تابش خورشیدی در مناطق مختلف نشان داده شده است .



شکل ۲- اطلس تابش خورشید ایران

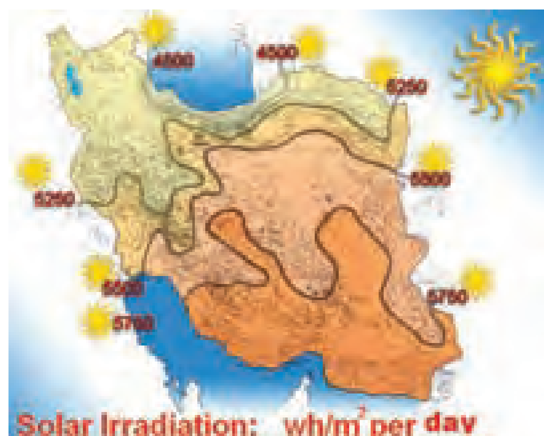
تحقیق کنید



کدام یک از استان‌های کشورمان ایران، ظرفیت بیشتری برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی دارد؟

کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. معمولاً برای سیستم‌های فتوولتاییک شرایط استاندارد با قدرت تابش خورشید برابر $۱۰۰۰\,w/m^۲$ و دمای محیط برابر ۲۵ درجه سانتی گراد تعریف می‌شود. با توجه به مشخصات محیطی محل نصب، باید پارامترهای مشخصه برای محل مورد نظر مطابقت داده شود. شدت تابش، با معیار دیگری به نام PSH[1] تعریف شده، که برابر با تعداد ساعاتی است که در آن میزان انرژی تابش خورشید برابر $kwh/m^۲$ است به عبارت دیگر هر $۱kwh/m^۲$ برابر یک PSH است. (شکل۳).

۱. PHS: Peak Solar Hours ساعات اوج تابش خورشیدی



شکل ۳-میزان انرژی تابش خورشید در روز

تمرین



کمترین تابش در کشور ایران از بیشترین میزان تابش در کشور آلمان بیشتر است.به نظر شما کمترین تابش در ایران چند PSH است؟

بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی تجدیدپذیر، صنعت فتوولتاییک بیشترین اشتغال را در میان فناوری‌های تجدیدپذیر ایجاد نموده است.

۱۴–۱ سامانه فتو ولتاییک

سامانه فتولتاییک مجموعه ای از تجهیزاتی است که با استفاده از نور خورشید، انرژی الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۴). این اجزا عبارتند از:

- مدول خورشیدی
- باتری
- کنترل کننده شارژ
- اینورتر(مبدل)



شکل ۴ ـ اجزاء تشکیل دهنده سامانه فتوولتاییک

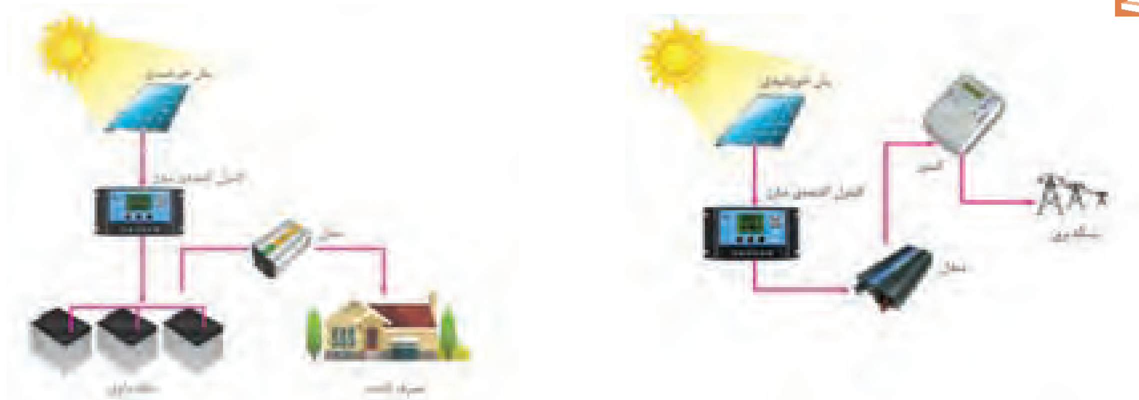
۱-۱۴-۱ انواع روش های استفاده از سامانه های فتوولتاییک:

- سامانه مستقل از شبکه (Stand Alone): این سامانه از شبکه برق سراسری مجزا است .
- سامانه متصل به شبکه(Grid Conenected): این سامانه به شبکه برق سراسری متصل است .

فعالیت



با استفاده از شکل ۵ چه تفاوت هایی بین این دو نوع سامانه دیده می شود؟ در مورد آنها بحث کنید.



شکل الف– سامانه فتوولتاییک متصل به شبکه

ب– سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه

شکل ۵– سامانه متصل به شبکه و مستقل از شبکه

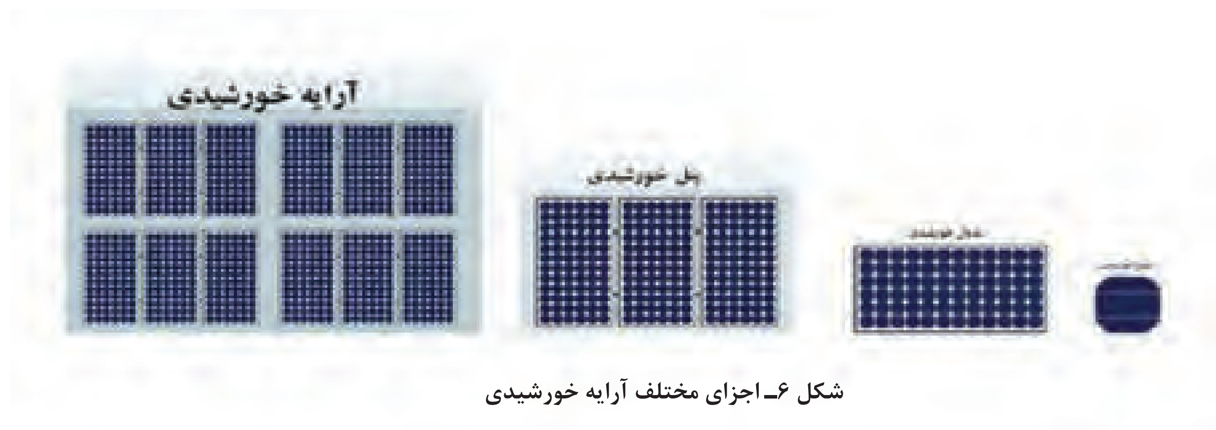
نمایش فیلم



سامانه متصل به شبکه و مستقل از شبکه (زمان″۲۰ :′۳)

۱۵–۱ صفحات مبدل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی

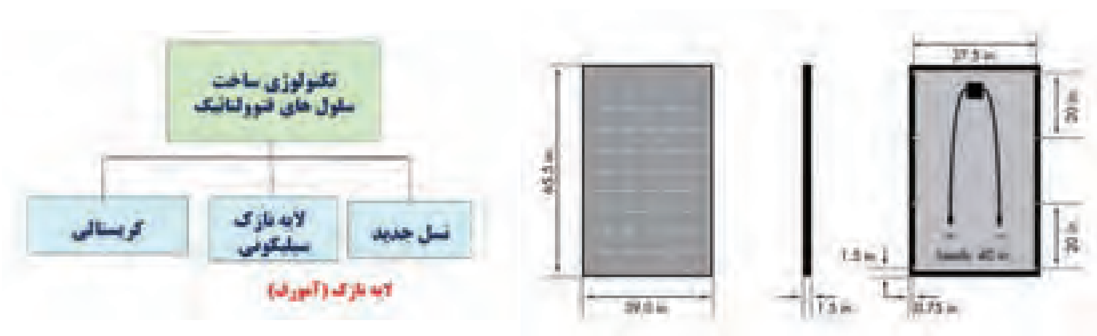
صفحات مبدل انرژی خورشیدی از سلول، مدول، پنل و آرایه تشکیل می‌شود. از اتصال چند سلول، مدول و از کنار هم قرار گرفتن مدول پنل شکل می‌گیرد. با اتصال سری و موازی پنل، آرایه‌های خورشیدی ساخته می‌شود (شکل ۶).
سلول کوچکترین قسمت یک آرایه خورشیدی است.



شکل ۶ــ اجزای مختلف آرایه خورشیدی

۱-۱۵-۱ ساختمان سلول‌های فتوولتاییک

سیلیکون یکی از فراوان‌ترین عناصر موجود در کره زمین در حال حاضر است. این عنصر یک نیمه‌هادی بسیار مناسب برای استفاده در سیستم‌های فتوولتاییک است. سلول‌های کریستالی سیلیکون، بسته به این که ویفرهای سیلیکونی به چه روش ساخته می‌شوند، به دو دستهٔ کلی تقسیم بندی می‌شوند: مونوکریستال سیلیکونی و پلی‌کریستال سیلیکونی. دستهٔ دیگر از سلول‌های کریستالی شامل گالیم آرسناید است. بیشترین آرایه‌های فتوولتاییک از نوع سیلیکونی است. در زیر انواع تکنولوژی ساخت سلول فتوولتاییک آورده شده است. استانداردهای[۱] IEC۶۱۲۱۵ ,IEC۶۱۷۳۰ مشخصات فیزیکی پنل‌ها را معرفی می‌کند (شکل ۷).



شکل ۷ــ ابعاد مدول خورشیدی و تکنولوژی آن

نمایش فیلم



تکنولوژی PV (زمان ″۵۷ :′۱)

تمرین



در مورد انواع دیگر فناوری ساخت سلول های فتوولتاییک تحقیق و به کلاس درس ارائه کنید.

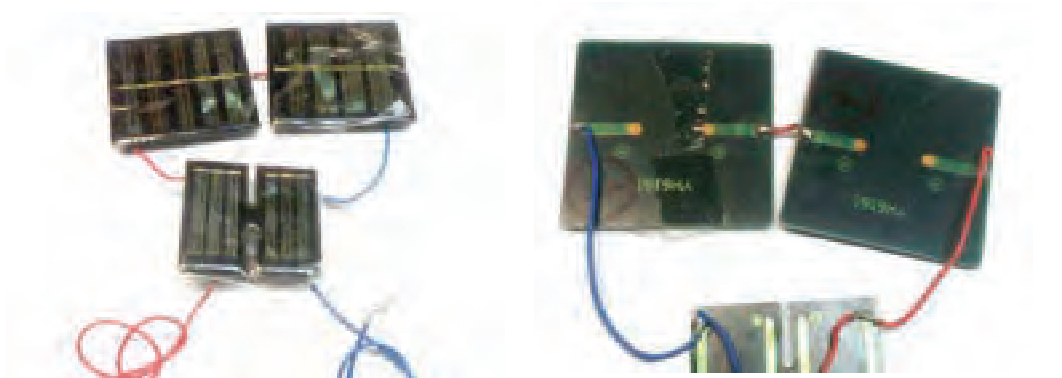
فعالیت



با اتصال چند سلول خورشیدی به‌صورت سری و موازی، مطابق شکل مقدار ولتاژ خروجی را در موقعیت‌های مختلف نور در روز امتحان کنید. اگر در اتصال سری موازی سلول‌ها، پلاریته مثبت و منفی درست رعایت نشود چه اتفاقی می‌افتد؟ (شکل ۸)

---

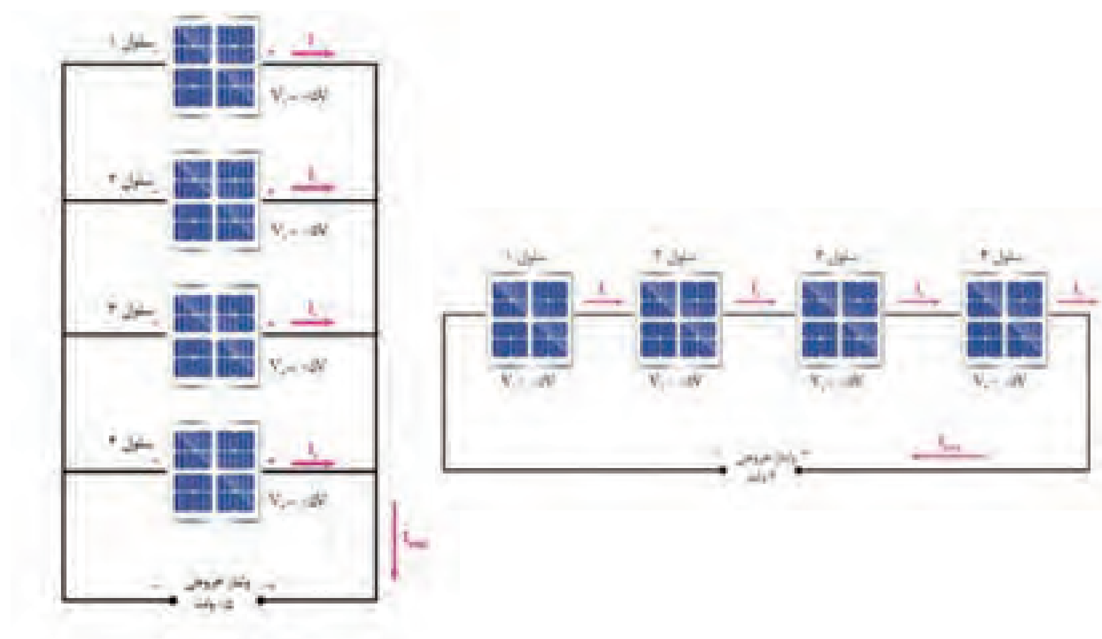
۱. IEC: International Electro technical commission



شکل ۸ ـ اتصال سری ـ موازی سلول‌های خورشیدی

۲-۱۵-۱ اتصال سری موازی مدول‌های خورشیدی

اتصال سلول‌های خورشیدی مانند پیل‌های الکتریکی است.اتصال موازی با هدف تولید جریان بیشتر واتصال سری برای ایجاد ولتاژبیشتر انجام می‌شود. ولتاژ وجریان خروجی مدول‌ها وآرایه‌ها از نوع مستقیم(DC) است (شکل ۹).



شکل ۹ـ اتصال سری و موازی سلول‌ها



نمایش فیلم

موازی کردن مدول‌های خورشیدی (زمان″۵۵ :′۳)

انرژی الکتریکی با استفاده از نور خورشید، تجدیدپذیر، بدون آلودگی و بی‌صدا است.

۳-۱۵-۱ مشخصات مدول خورشیدی

مدول خورشیدی دارای مشخصات فنی مهمی است که در طراحی سیستم‌های فتوولتاییک مدنظر قرار می‌گیرد مهم‌ترین این پارامترها به شرح زیر است :

توان خروجی :

برای یک نیروگاه کوچک خورشیدی مناسب است.

- ولتاژ و جریان ماکزیمم خروجی
- ولتاژ مدار باز (voc)
- جریان اتصال کوتاه (Isc)
- راندمان مدول

تمرین



در شکل ۱۰ یک مدول خورشیدی با کاتالوگ مشخصات فنی آورده شده است. پارامترهای مشخصه فنی آن را استخراج نمایید، چرا توان‌های خروجی متفاوتی برای مدول خورشیدی در نظر گرفته شده است؟



Electrical Properties (STC*)

Module Type	320 W	315 W	310 W	305 W
MPP Voltage (Vmpp)	33.6	33.2	32.8	32.5
MPP Current (Impp)	9.53	9.50	9.45	9.39
Open Circuit Voltage (Voc)	40.9	40.6	40.4	40.1
Short Circuit Current (Isc)	10.05	10.02	9.96	9.93
Module Efficiency (%)	19.5	19.2	18.9	18.6
Operating Temperature (°C)	-40 ~ +90			
Maximum System Voltage (V)	1000			
Maximum Series Fuse Rating (A)	20			
Power Tolerance (%)	0 ~ +3			

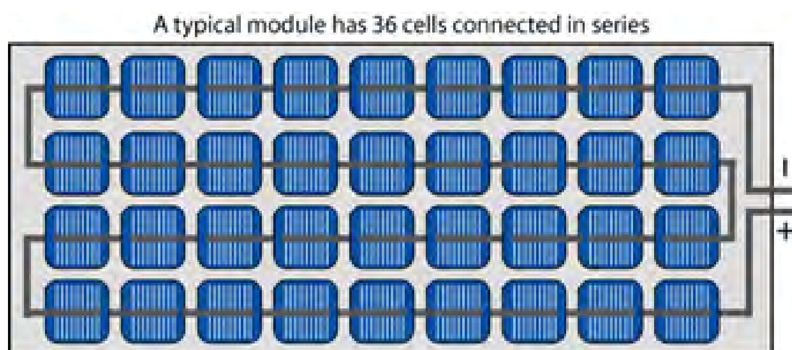
* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000 W/m², Module Temperature 25 °C, AM 1.5

شکل ۱۰- کاتالوگ یک مدول خورشیدی



فعالیت

تصویر و متن زیر را تفسیر کنید.



In a typical module, 36 cells are connected in series to produce a voltage sufficient to charge a 12V battery. most modules contain 36 solar cells in series. This gives an open-circuit voltage of about 21V under standard test conditions, and an operating voltage at maximum power and operating temperature of about 17 or 18 V. The remaining excess voltage is included to account for voltage drops caused by other elements of the PV system, including operation away from maximum power point and reductions in light intensity.

۴-۱۵-۱ منحنی جریان ـ ولتاژ و توان ماکزیمم

در سامانه‌های فتوولتاییک با اتصال سری ـ موازی مدول‌های خورشیدی با توجه به توان خروجی موردنظر می‌توان به ولتاژ و جریان دهی مورد نظر دست یافت.

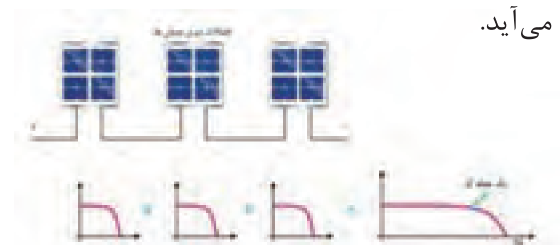
سامانه‌های خورشیدی منفصل از شبکه در قسمت ولتاژ مستقیم با ۳ نوع ولتاژ ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ولت ساخته می‌شود در صورتیکه درسامانه‌های خورشیدی متصل به شبکه ماکزیمم ولتاژ مستقیم خروجی سامانه حدود ۶۰۰ ولت است. برای دستیابی به ولتاژ بالا مدول‌های خورشیدی با یکدیگر سری می‌شوند.

اتصال مدول‌ها باید به نحوی باشد تا در منحنی مشخصه جریان -ولتاژ یک نقطه برای توان ماکزیمم وجود داشته باشد (شکل ۱۱).



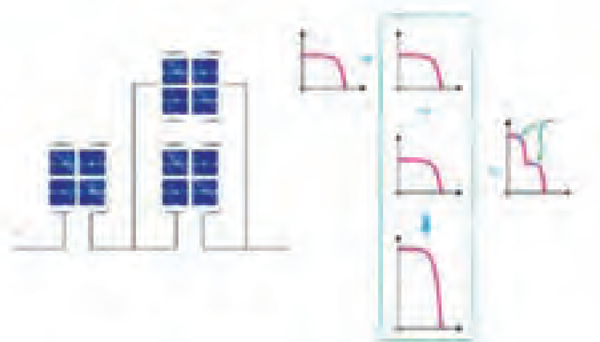
شکل ۱۱-منحنی جریان ولتاژ مدول خورشیدی

اگر مدول‌های خورشیدی به نحو صحیح با یکدیگر سری شوند در نهایت نقطه توان ماکزیمم جدید و درستی به‌دست می‌آید. به عنوان مثال مطابق شکل ۱۲ با سری کردن ۳ مدول خورشیدی منحنی جریان ولتاژ جدید و توان ماکزیمم جدید به‌دست می‌آید.



شکل ۱۲ ــ اتصال سری ۳ مدول خورشیدی و مشخصه نهایی با یک نقطه توان ماکزیمم

ایجاد ۲ نقطه توان ماکزیمم در یک سیستم خورشیدی به معنای اتصال نادرست است و باعث افت شدید بازدهی و خطا در سیستم کنترل آن می‌شود. در شکل ۱۳ به دلیل اینکه ۲ مدول موازی شده جریان دهی متفاوتی نسبت به مدول دیگر دارند در نهایت منحنی جریان ولتاژ دو نقطه توان ماکزیمم را نشان می‌دهد و اتصال نادرست است. برای رفع این مشکل ابتدا تا رسیدن به حداکثر ولتاژ مجاز مدول‌ها با هم سری می‌شوند و در نهایت مدول‌های باقیمانده به‌صورت موازی با مدول‌های سری شده نصب می‌شوند.

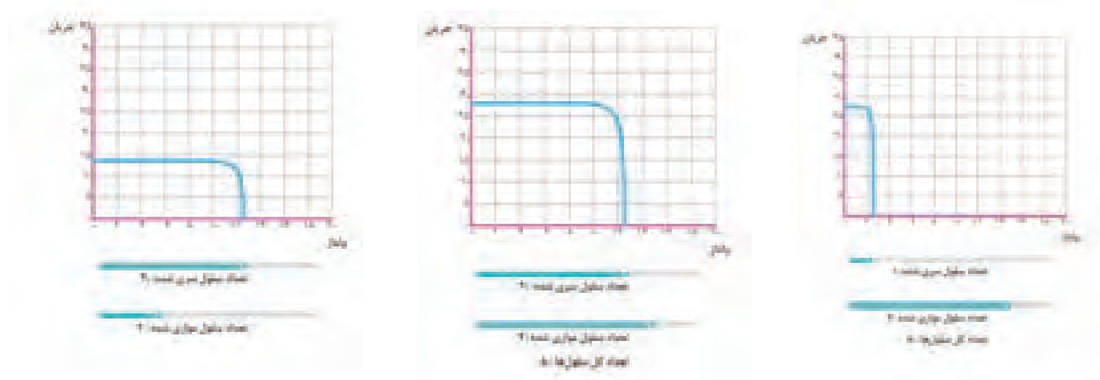


شکل ۱۳ــ اتصال نادرست منجر به دو نقطه توان ماکزیمم شده است.

سوال



در سه حالت زیر، چه رابطه ای بین تعداد سلول های سری و موازی شده و منحنی جریان ــ ولتاژ آن اتصال وجود دارد. در مورد آن بحث وتبادل نظر کنید (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ــ منحنی ولتاژ جریان

نمایش فیلم



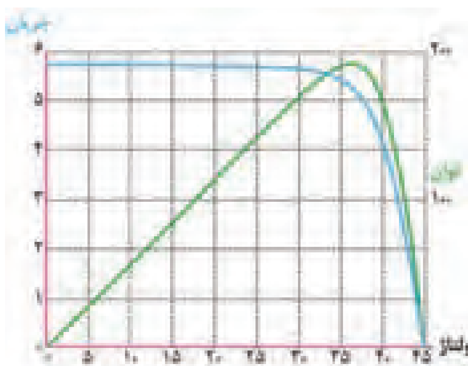
منحنی جریان ـ ولتاژ مدول خورشیدی (زمان″۳۱ :′۷)

شکل ۱۵ منحنی جریان ولتاژ یک مدول خورشیدی را نشان می‌دهد. در یک نقطه کار این منحنی نشان می‌دهد سلول در دمای $25^\circ C$ در توان‌دهی حدود ۱۹۲ W جریانی معادل ۵/۵ آمپر و ولتاژی برابر ۳۵ ولت خواهد داشت. مقدار توان دهی مدول‌های خورشیدی و جریان دهی آنها به میزان نورخورشید و دمای محیط و دمای روی صفحه بستگی دارد.

سؤال



آیا ممکن است یک مدول خورشیدی چند نقطه کار مختلف داشته باشد؟



شکل ۱۵ـ منحنی ولتاژ ـ جریان وتوان یک مدول

سؤال



آیا ممکن است این ولتاژ وجریانDC را به متناوب(AC) تبدیل کرد؟

نمایش فیلم



تبدیل ولتاژ مستقیم به متناوب (زمان″۳۸ :′۱)



کار عملی شماره ۱

هدف: نقطه کار مدول خورشیدی وساختن بار مناسب

تجهیزات:

- مدول خورشیدی یک عدد
- ولت متر و آمپرمتر یک عدد
- لامپ خودرو(۱۲ ولتی) چند عدد
- مقاومت اهمی آجری چند عدد
- کاغذ شطرنجی یک برگ

مراحل کار

الف (نقطه کار): ابتدا با در نظر گرفتن شرایط STC مدول خورشیدی را در راستای تابش نور خورشید قرار دهید و مقدار ولتاژ DC خروجی آن را اندازه‌گیری کنید . این مقدار را با مقدار ولتاژ Vocروی پلاک مدول مقایسه کنید (شکل ۱-۱۵).



شکل ۱-۱۵ اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری

در مرحله بعدی مولتی‌متر را به حالت اندازه‌گیری جریان (معمولاً تا ۱۰A) ببرید و در همان شرایط قبلی مقدار جریان اتصال کوتاه (ISC) را اندازه‌گیری کنید . این مقدار حک شده را روی پلاک مدول خورشیدی مطابقت دهید (شکل ۲-۱۵).

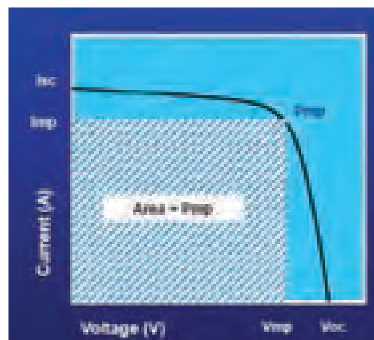


شکل ۲-۱۵ اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه

اکنون با رسم محور X و Y روی صفحه کاغذ شطرنجی محور افقی را برای ولتاژ و محور عمودی را برای جریان تقسیم‌بندی نمائید و مقادیر ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه را مشخص کنید .

توجه: مقدار ولتاژ نقطه کار حدود ۸۰ درصد ولتاژ مدار باز و جریان نقطه کار حدود ۹۰ در صد جریان اتصال کوتاه است.

برای پیدا کردن نقطه کار ابتدا ولتاژ نظیر توان ماکزیمم v_{mp} را به‌دست آورید $(v_{mp} = ۰/۸v_{oc})$ و در ادامه مقدار جریان ماکزیمم نظیر توان I_{mp} را محاسبه کنید $(I_{mp} = ۰/۹I_{sc})$ سپس با ترسیم یک پاره‌خط به موازات محور جریان منحنی تقریبی را قطع کنید و از نقطه به‌دست آمده موازی محور ولتاژ رسم کنید تا محور عمودی را در نقطه I_{mp} قطع کند. مربع به‌دست آمده ناحیه توان ماکزیمم مدول خورشیدی Pmp است.



شکل ۱۶_ مربع توان ماکزیمم

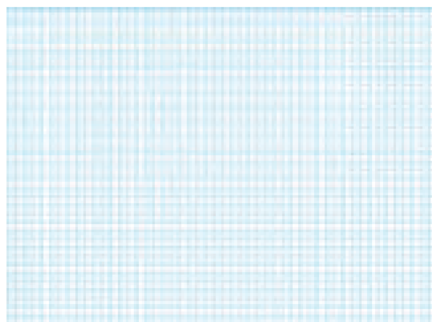
مشابه شکل ۱۶ در صفحه شطرنجی داده شده با رعایت اندازه‌ها نقطه کار مدول را به‌دست آورید.

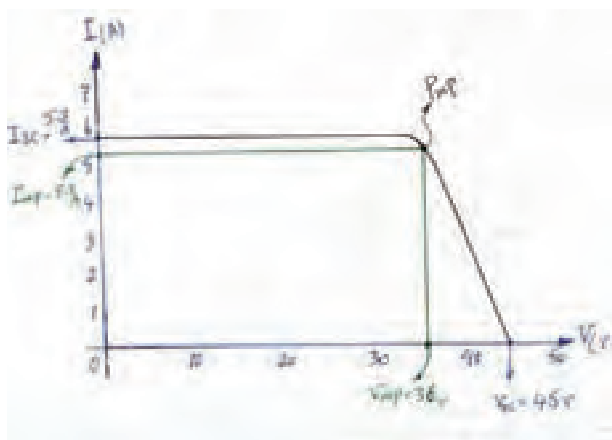
مقدار توان ماکزیمم را از رابطه زیر به‌دست آورید و با مقدار روی پلاک مدول خورشیدی مقایسه کنید. آیا تفاوت کمی ملاحظه می‌شود؟ چرا؟

$$Pm = Vmp \times Imp$$

طبیعی است که بیشترین توان مدول خورشیدی به مقدار بار نیز بستگی دارد و طبق قانون اهم این بار از تقسیم ولتاژ ماکزیمم بر جریان ماکزیمم به‌دست می‌آید. به‌طور مثال، یک مدول PV با حداکثر ولتاژ ۳۵/۸ ولت و جریان ۴/۸۹A مقاومت بار مورد نیاز برای کار این مدول در حداکثر قدرت برابر ۷/۳۲ Ω خواهد بود.

در شکل ۱۷ منحنی جریان ولتاژ آورده شده است.





شکل ۱۷– منحنی جریان ولتاژ

تمرین



نقطه کار مدول خورشیدی را با جریان اتصال کوتاه ۵/۴۸ آمپر و ولتاژ بی باری ۴۵ ولت مطابق شکل ۱۷ به‌دست آورید.

ب (بار مناسب):

برای عملکرد مدول خورشیدی در توان ماکزیمم باید بار مناسب جریان ماکزیمم خروجی انتخاب شده باشد. برای انتخاب باراز مقاومت اهمی آجری (توان بالا) یا لامپ خودرو استفاده کنید (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- مصرف کننده

تعداد لامپ یا مقاومت را به اندازه‌ای تغییر دهید تا جریان دریافتی از مدول خورشیدی برابر جریان Imp باشد. اکنون مقاومت بار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. مقدار این بار، بار بهینه‌ای است که بیشترین توان را از مدول خورشیدی دریافت می‌کند.

سؤال



آیا مقدار مقاومت اهمی کار عملی با مقدار به‌دست آمده طبق رابطه قانون اهم یکی است؟



کار عملی شماره ۲

هدف :

تأثیر متغیرهای دما،زاویه نصب وسایه بر نقطه کار مدول خورشیدی

تجهیزات :

- مدول خورشیدی　　یک عدد
- ولت متر و آمپرمتر　　یک عدد
- لامپ خودرو(۱۲ ولتی)　　چند عدد
- مقاومت اهمی آجری　　چند عدد
- کاغذ شطرنجی　　یک برگ

مراحل کار

الف: ریختن آب روی مدول:

کار عملی نقطه کار رابه این صورت تکرار کنید.یکی از اعضای گروه روی مدول آب خنک بریزد و نفر دیگر ولتاژ خروجی را بررسی کند.اثر خنک شدن صفحه مدول خورشیدی را به کمک دماسنج ، مثلاً نصب دماسنج نواری(شبیه تب سنج کودکان) پشت مدول دنبال کنید.نفر سوم کاهش دما را بررسی کند. (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- کاهش دما

سؤال



آیا با کاهش دما، ولتاژ بی‌باری بیشتر شود؟ چقدر؟

تحقیق کنید



هنگام نصب آرایه های خورشیدی روی سقف شیروانی، فاصله حدود ۱۰ سانتیمتر بین سقف وآرایه وجود دارد،دلیل این کار چیست؟

ب: تغییر زاویه مدول: زاویه نصب مدول خورشیدی را نسبت به خط افق تغییر دهید و مقدار ولتاژ بی باری را در وضعیت های مختلف یادداشت کنید (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- تغییر زاویه

پ: ایجاد سایه روی مدول

مدول خورشیدی را در وضعیت ثابتی با نقطه کار مناسب قرار دهید.با ایجاد سایه روی صفحه مدول ،تأثیر آن بر خروجی الکتریکی مدول را بررسی کنید (شکل ۲۱).



الف) جریان اتصال کوتاه **ب) ولتاژ بی‌باری**

شکل ۲۱- اثر سایه

سوال



در چه وضعیتی بیشترین ولتاژ بی باری و بیشترین جریان اتصال کوتاه ایجاد می شود.

سؤال



کدامیک تأثیر بیشتری بر خروجی مدول دارد؟ سایه مداد، سایه کف دست، سایه کتاب

فعالیت



نتایج به دست آمده در این کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید. مقادیر به دست آمده را با دیگر گروه‌ها مقایسه کنید.

۱۶-۱ مزایا و محدودیت های تأمین انرژی الکتریکی با سیستم فتوولتاییک

اگرچه تولید انرژی الکتریکی با این سیستم‌ها مزایای بسیار زیادی دارد ولی محدودیت‌هایی نیز برای کاربرد آنها می‌توان برشمرد در جدول ۴ به این مزایا و محدودیت‌ها اشاره شده است.

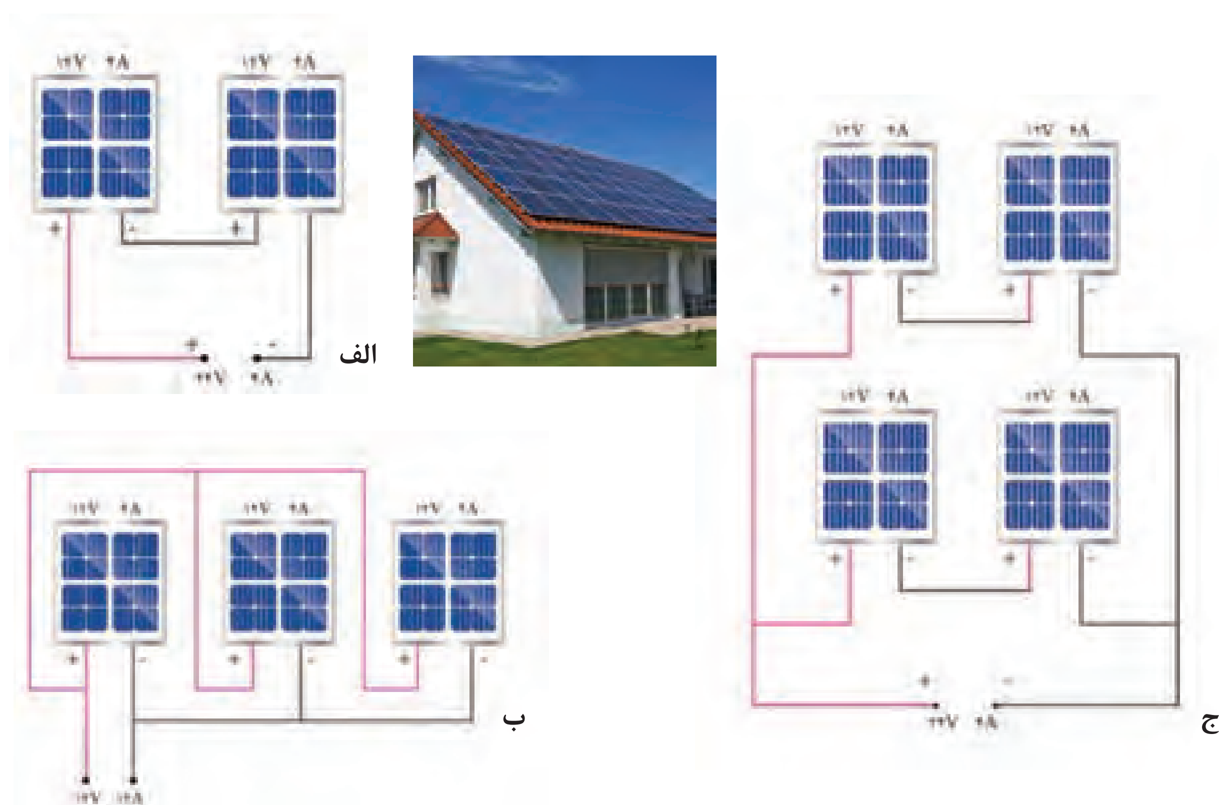
جدول ۴- مزیت ها و محدودیت های انرژی تجدیدپذیر

مزایا	محدودیت‌ها
• تبدیل مستقیم انرژی تابشی به انرژی الکتریکی • عدم نیاز به مصرف سوخت فسیلی و یا اتصال به شبکه سراسری برق • عدم ایجاد آلودگی صوتی و زیست محیطی • قابلیت تولید در محل مصرف با توان‌های مختلف، متناسب با نیاز مصرف کننده • تأمین انرژی الکتریکی نقاط دور افتاده، خارج از شبکه سراسری برق و صعب العبور • سهولت در نصب و راه اندازی • امکان نصب بر نما و یا روی سقف خانه‌ها و توانایی ذخیره سازی انرژی در باتری • سهولت در بهره برداری • حداقل نیاز به تعمیر و نگهداری • طول عمر مناسب و قابلیت اعتماد بالا	• بالا بودن هزینه سرمایه گذاری اولیه • وابستگی سامانه به تابش خورشید

تمرین



مقدار توان خروجی را در سه حالت(الف، ب وج) شکل ۲۲ به دست آورید. کدام اتصال توان خروجی بیشتری دارد؟ اگر تعداد ۶۰ مدول(۱۲V/ ۴A) روی بام خانه در ۵ ردیف سری شده باشد توان خروجی آن چند کیلو وات خواهد بود (شکل ۱۶)؟

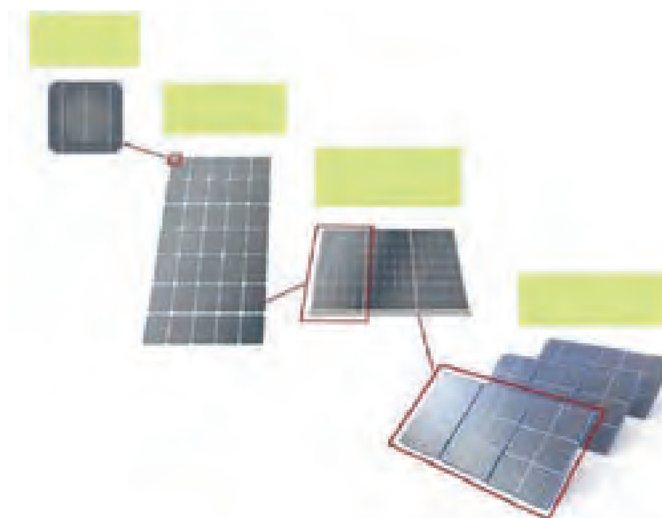


شکل ۲۲- اتصال سری وموازی مدول خورشیدی

فعالیت



در شکل ۲۳ نام هر قسمت را بنویسید.



شکل ۲۳ـ صفحات خورشیدی

نمایش فیلم



تأثیر دما بر خروجی ولتاژ **(زمان″۵۱ :′۰۰)**

۱۷ـ۱ کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی

تولید برق از انرژی خورشیدی کاربردهای مختلفی دارد که به بعضی از آنها اشاره می‌شود.

- روشنایی خورشیدی
- نیروگاه برق مستقل از شبکه مثل تغذیه برق منزل مسکونی، ویلا، تأمین برق محل کار (مدارس، هنرستان‌ها و نظایر آن)
- سیستم برق خورشیدی پمپ چاه آب
- سیستم تغذیه ایستگاه‌های بین راهی، مخابراتی، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی
- سامانه‌های متصل به شبکه

تمرین



نیروگاه برق خورشیدی نصب شده به ظرفیت ۳kwدر یک هنرستان فنی وحرفه ای در شکل ۲۴ نشان داده شده است.برآورد کنید این توان روشنایی حدوداً چه بخشی از کارگاه یا کلاس درس را می‌تواند تأمین کند؟




شکل۲۴ـ نیروگاه برق خورشیدی نصب شده به ظرفیت ۳kw
در هنرستان فنی وحرفه ای شهید بهشتی دزفول

فعالیت



دو نمونه کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی درتولید برق در شکل ۲۵ نشان داده شده است. کاربردهای دیگری مانند شکل ۲۶ را نام ببرید.

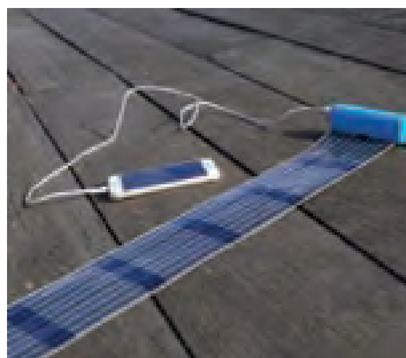


تأمین برق چاه آب



روشنایی و برق روستایی

شکل ۲۵ـ کاربرد متداول فتوولتاییک



الف



ب

شکل ۲۶- کاربرد جدید فتوولتاییک



نمایش فیلم

تأمین روشنایی برق روستایی در استان اردبیل و خوزستان (زمان″۵۴ :′۱۱) (زمان″۰۵ :′۱۵)



کار عملی شماره ۳

هدف

اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی یک یا چند مدول خورشیدی

تجهیزات مورد نیاز

- مدول خورشیدی حداقل ۵۰ وات
- ولت متر و آمپرمتر
- کابل و سیم‌های رابط MC۴
- مصرف کننده (بار)



شکل ۲۷ــ انجام کار عملی و اندازه‌گیری ولتاژ خروجی

مراحل کار

ابتدا مانند شکل ۲۷ مدول خورشیدی را توسط یک پایه مناسب در مسیر قرارگیری منبع نور تنظیم نمایید. قبل از اتصال مدول به بار الکتریکی غیرموتوری (مثل لامپ)، دستگاه‌های اندازه گیری را ببندید. برای اتصال مدول خورشیدی از کانکتور MC۴ استفاده کنید (شکل۲۸).





شکل ۲۸- اتصال کانکتور MC۴

در این مرحله با قرار دادن کلید در حالت قطع، مدار الکتریکی آماده شده را با رعایت قطب‌های مثبت و منفی به مدول خورشیدی متصل کنید. با وصل کلید جدول ۵ را تکمیل کنید. (نور کم و زیاد را با ایجاد سایه، یا کم و زیاد کردن نور پروژکتور توسط دیمر مناسب انجام دهید.)

جدول ۵- توان در نور کم و زیاد

ولتاژ بی باری (DC)		جریان بار (DC)		توان مدول خورشیدی P=V.I	
نور کم	نور زیاد	نور کم	نور زیاد	نور کم	نور زیاد

ایمنی

قبل از اتصال به مدار الکتریکی منبع نور را قطع کنید و بعد از بسته شدن مدار منبع نور را ایجاد کنید.

تذکر

ولتاژ خروجی مدول به عوامل دیگری مثل تمیزی روی صفحه و دمای محیط بستگی دارد.

با اتصال یک مقاومت اهمی Ω ۱۰۰ (آجری) با توان بالا به مدول خورشیدی جریان و ولتاژ مقاومت اهمی را ثبت کرده و توان مدول خورشیدی را بدست آورید و در جدول ۶ ثبت کنید.

جدول ۶ــ توان مدول خورشیدی

ولتاژ دو سر مقاومت		جریان خروجی مقاومت		توان خروجی P=V.I	

توجه

توان خروجی مدول‌های فتوولتاییک برحسب وات با خطایی تقریباً برابر٪۵ ± بیان می‌شود این توان بر اساس دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد برای سلول‌ها در نظر گرفته می‌شود. بنابراین، برای مدول فتوولتاییک ۲۶۵ واتی، بیشترین میزان کاهش در توان خروجی، حدود۱۳/۲۵ وات خواهد بود.



شکل ۲۹- کاربرد دیگر فتوولتاییک

فعالیت



در شکل ۲۹ با استفاده از سیستم فتوولتاییک چه کاری انجام می‌شود؟



کار عملی شماره ۴

هدف:

اتصال ناسازگار مدول های خورشیدی و پیدا کردن عامل ناسازگار

تجهیزات:

مدول خورشیدی در توان‌های مختلف	دو عدد
ولت‌متر و آمپرمتر	یک عدد
لامپ خودرو (۱۲ ولتی)	چند عدد
مقاومت اهمی آجری	چند عدد
کاغذ شطرنجی	یک برگ

(مدول شماره ۱)
Pmpp1 = ۱۰۰W
Vmpp1 = ۲۰V
Impp1 = ۵A

(مدول شماره ۲)
Pmpp1 = ۱۳۰W
Vmpp1 = ۲۴V
Impp1 = ۵/۴A

دو مدول خورشیدی با مشخصات توان وولتاژ مختلف(نظیر نمونه داده شده) با یکدیگر یکبار سری و یکبار موازی کنید (شکل ۳۰).

سؤال



به نظر شما نقطه کار نهایی این دو اتصال چگونه خواهد بود؟

الف) اتصال سری

با اتصال سری این دو مدول متفاوت مقدار ولتاژها بایکدیگر جمع شده ولی جریان نهایی با جریان مدولی که جریان کمتر دارد برابر خواهد بود.پس به نظر می رسد در این اتصال پارامتر ناسازگار، جریان اتصال کوتاه (**Isc**) است.

با توجه نوع مدول موجود در کارگاه نقطه کار جدید را با نقطه کار تک تک مدول‌ها مقایسه کنید.

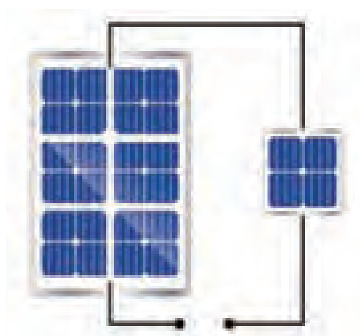
ب) اتصال موازی

با اتصال موازی این دو مدول متفاوت ، مقدار جریان نهایی برابرجمع جریان هر مدول خواهد بود ولی ولتاژ نهایی اتصال با ولتاژ مدولی که مقدارکمتری دارد برابر است.پس به نظر می رسد در این اتصال پارامتر ناسازگار، ولتاژ بی باری (**Voc**) است.

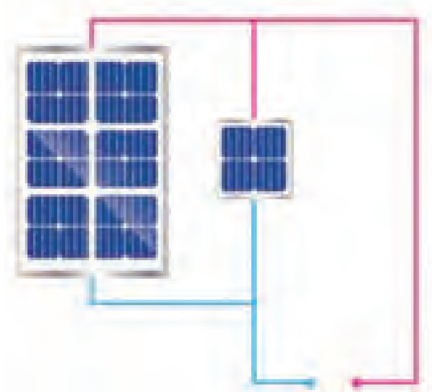
با توجه به نوع مدول موجود در کارگاه ، در کدام حالت توان نهایی بیشتر است؟ چرا؟

توجه: درحالت اتصال مدول‌های مختلف پیداکردن نقطه کار مشکل است.

ایمنی: کار عملی اتصال ناسازگار فقط با مدول خورشیدی بدون بار انجام شود.



V MPPT=۲۰+۲۴=۴۴V
I MPPT = ۵A
P MPPT = ۲۲۰W



V MPPT=۲۰V
I MPPT = ۵ + ۵/۴ = ۱۰/۴A
P MPPT = ۲۰۸ W

شکل ۳۰- اتصال‌های ناسازگار

سؤال



چرا توان نهایی با مجموع توان دو مدول برابر نیست؟

فعالیت



نتایج به‌دست آمده در کار عملی اتصال ناسازگار را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید.مقادیر به‌دست آمده را با دیگر گروه‌ها مقایسه کنید.

۱۸ــ۱ ذخیره سازی انرژی الکتریکی فتوولتاییک

ذخیره ساز ، وظیفه ذخیره کردن انرژی الکتریکی را برعهده دارد . این انرژی ذخیره شده در مواقعی که نور خورشید وجود ندارد یا هنگام شب قابل استفاده خواهد بود .

ذخیره ساز سیستم فتوولتاییک معمولاً از نوع باتری است. سیستم باتری ممکن است همه یا بعضی از موارد زیر را نیزشامل شود:

۱- باتری.

۲- کنترل کنندهٔ شارژ باتری(کنترولر).

۱ــ۱۸ــ۱ باتری

باتری هم در سیستم های مجزا از شبکه برق، هم سیستم های متصل به شبکه کاربرد دارد . در زمانی که تولید الکتریسیته سیستم فتوولتاییک بیشتر از بار(مصرف کننده) است، مازاد انرژی را در آن ذخیره می سازد. زمانی که نور خورشید در دسترس نباشد یا مقدار تولید انرژی سیستم خورشیدی کمتر از نیاز مصرف کننده باشد، باتری وارد مدار می شود و کمبود انرژی را جبران می سازد. بنابراین باتری باید قابلیت شارژ و دشارژ شدن مکرر را داشته باشد.

باتری های استفاده شده در سیستم فتوولتاییک از نوع سیلد - اسید نیکل- کادمیم ولیتیم یون است (شکل ۳۱).



شکل ۳۱ــ باتری قابل شارژ و دشارژ

این باتری‌ها باید قابلیت شارژ و دشارژ مناسبی داشته باشند.مشخصه فنی باتری برحسب آمپر ساعت وتوان خروجی آن شناخته می‌شود.در شکل ۳۱ باتری با ولتاژ ۱۲ V DC، جریان دهی ۸۰ آمپر ساعت و قابل شارژ ودشارژ برابر ۱۲۵۰ بار نشان داده شده است.



شکل ۳۲ــ اتصال مستقیم مدول به باتری



فعالیت

اگر مطابق شکل ۳۲ با فرض هم ولتاژ بودن باتری و مدول خورشیدی، مستقیماً به همدیگر وصل شوند چه پیامدی خواهد داشت؟

۲-۱۸-۱ دستگاه کنترل شارژ باتری

در سیستم‌های فتوولتاییک مستقل از شبکه برق، به منظور جلوگیری از تخلیهٔ کامل باتری‌ها یا شارژ بیش از حد باتری به کار می‌رود. ولتاژ خروجی مدول با تغییر تابش خورشید تغییر می‌کند ولی ولتاژ باتری ثابت است.

کنترل کننده شارژ واسطه بین مدول خورشیدی وباتری است. کنترل شارژ جریان و ولتاژ ورودی به باتری را تنظیم می‌کند.در شکل ۳۳ محل اتصال باتری و کنترل شارژ نشان داده شده است. کنترل شارژ یک خروجی نیز برای تغذیه مصرف کننده جریان مستقیم دارد.



شکل ۳۳ــ یک نمونه کنترل کننده شارژ باتری
(اتصال و شمای فنی)

کنترل شارژ و باتری (۲ و ۱) **(زمان″۵۴ :′۱۲)**



نمایش فیلم



فعالیت

مشخصات فنی کنترل شارژداده شده در کاتالوگ شکل ۳۴ بررسی کنید.

Type	CX48 20
System voltage	24/48 V auto recognition
Max. charge/load current	20 A
Float charge	27.4/54.8 V (25 °C)
Main charge	28.8/57.6 V (25 °C), 30 min (daily)
Boost charge	28.8/57.6 V (25 °C), 2 h
	Activation: battery voltage < 24.6/49.2 V
Equalization	29.6/59.2 V (25 °C), 2 h
	Activation: battery voltage < 24.2/48.4 V
Deep discharge protection:	
State of charge dependent	A: 22.8 - 23.8 V / 45.6 - 47.6 V
	B: 22.0 - 23.5 V / 44.0 - 47.0 V
Voltage dependent	A: 22.0/44 V
	B: 23/46 V
Adaptive	22.0 - 24.4 V / 44.0 - 48.8 V
Reconnect level	25.6/51.2 V
Overvoltage protection	31.0/62.0 V
Undervoltage protection	21.0/42 V
Max. panel voltage	50 V in 24 V system
(Overvoltage protection by varistor)	95 V in 48 V system
Max. PV Voc.	90 V
Temperature compensation	-50 mV/K at 24 V
(Charge voltage)	-100 mV/K at 48 V
Self consumption	< 10 mA
Grounding	Positive grounding
Ambient temperature	-20 to +50 °C
Max. height	4,000 m above sea level
Battery type	Lead acid GEL, AGM, flooded
Wire cross section	=< 16 mm²
Weight	148 g
Dimensions (W x H x D)	110 x 92 x 58 mm
Type of protection	IP22

شکل ۳۴- کاتالوگ مشخصات یک کنترل‌کننده شارژ



کار عملی شماره ۵

هدف

شارژ باتری با مدول خورشیدی و کنترل شارژ

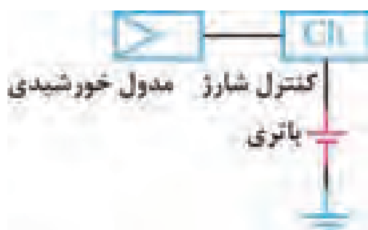
تجهیزات مورد نیاز

مدول خورشیدی ۲ عدد ۱۸ ولت

- ولت متر و آمپرمتر
- کابل و رابط MC۴
- کنترل شارژ ۱۲ ولت، pwm یک عدد
- باتری ۱۲ ولت، ۸۰ آمپر ساعت ۲ عدد

اتصالات مشابه شکل ۳۵ انجام شود.





شکل ۱-۳۵ و ۲-۳۵

شکل ۳۵- اتصال باتری به مدول خورشیدی و کنترل شارژ

نمایش فیلم



مراحل انجام کار عملی ۲ را با دقت نگاه کنید. **(زمان تقریبی ″۲۵ :′۱)**

مراحل کار

برای اتصال کنترل شارژ به باتری ابتدا سیم مشکی (منفی) باتری را به ترمینال منفی کنترل متصل کرده و سپس سیم قرمز باتری یا مثبت را به مثبت شارژ کنترل متصل کنید. بعد از این اتصال چراغ ال ای دی شاخص کنترل شارژ باتری روشن می‌شود(شکل ۳۶).

رنگ LED بستگی به میزان شارژ باتری دارد اگر باتری کاملاً شارژ باشد به رنگ سبز و در غیر اینصورت به رنگ قرمز خواهد بود.





شکل ۱-۳۶ و ۲-۳۶ ال ای دی با اتصال باتری روشن می شود.

در این مرحله باید مدول خورشیدی را به کنترل شارژ متصل کرد. چون سیم پشت مدول خورشیدی کوتاه است برای اتصال مدول خورشیدی به کنترل شارژ باید از سیم با همین مشخصه و کانکتور استفاده کرد، پس از اتصال مدول خورشیدی اگر نورخورشید وجود داشته باشد و به صفحه مدول خورشیدی بتابد LED مربوط به مدول خورشیدی کنترل شارژ روشن می‌شود. بهتر است هنگام اتصال نور به صفحه مدول نتابد.

توجه

همیشه قبل از اتصال مدول خورشیدی به کنترل شارژ، مدول خورشیدی را از نور خورشید دور نگهدارید یا روی صفحه آن را با یک پوشش تیره رنگ بپوشانید تا در اتصال اولیه به کنترل شارژ آسیب نرسد.

ایمنی

هنگام اتصال کنترل شارژ به مدول خورشیدی حتماً باید اتصال پلاریته‌های (+) و (ـ)ر عایت شود چنانچه جابجایی در این اتصال رخ دهد ممکن است که باعث انفجار و آتش سوزی شود بنابراین رعایت پلاریته و استفاده از دو سیم با رنگ استاندارد قرمز و مشکی اتصالات بسیار اهمیت دارد. در صورت دسترسی نداشتن به دو سیم قرمز و مشکی می‌توان با استفاده از نوار مشکی و قرمز سیم‌ها را از یکدیگر تفکیک کرد. توالی نصب قطعات به کنترل شارژ، ابتدا باتری و سپس بار و در انتها مدول نصب می‌شود.





شکل ۲-۳۷ و ۱-۳۷ اتصال کنترل شارژ به مدول

در این مرحله مدار الکتریکی آماده شده را با رعایت قطبهای مثبت و منفی شبیه شکل ۳۷ به مدول خورشیدی متصل کنید و جداول ۷ و ۸ را برای شارژ باتری تکمیل کنید.

جدول ۷- شارژ باتری

ولتاژاولیه باتری (قبل از شارژ)	جریان شارژ		ولتاژ باتری (بعد از شارژ)
	ساعت اول	ساعت سوم	

ایمنی

قبل از اتصال به مدار الکتریکی منبع نور را قطع کنید و بعد از بسته شدن مدار منبع نور را ایجاد کنید.

تذکر

ولتاژ خروجی مدول به تمیزی سطح مدول، زاویه تابش نور ودمای محیط نیز بستگی دارد.شرایط را برای شارژ باتری فراهم کنید. کنترل شارژ در هوای سرد و ابری و زمانی که باتری کاملاً خالی است راندمان بیشتری دارد.

جدول ۸- شارژ باتری در نور کم و نور مناسب

زمان شارژ باتری		جریان شارژخروجی		توان خروجی P=V.I	
نور کم	نور مناسب	نور کم	نور مناسب	نور کم	نور مناسب

برای ایجاد دو محیط با نور مختلف می‌توانید این کار عملی را یکبار در فضای کارگاه و یکبار در فضای باز حیاط هنرستان انجام دهید.

یکی از کاربردهای مهم فتوولتاییک برق رسانی به روستاهای دور افتاده و دوراز دسترس خطوط شبکه برق است. وزارت نیرو در سال‌های اخیر در روستاهای استان‌های قزوین، اردبیل، مازندران، خوزستان، لرستان، بوشهر، فارس موفق به برق رسانی با استفاده از این فناوری شده است.



تحقیق کنید

با مراجعه به سایت "ساتبا" www.satba.gov.ir بررسی کنید توان نصب شده در این روستاها برای برای هر خانوار چند کیلو وات بوده است؟

۱۹ــ۱ اینورتر[1] و اتصال به سیستم فتوولتاییک

اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت DC/AC، وسیله‌ای است که برق DC را از آرایه‌های فتوولتاییک می‌گیرد و آن را به جریان متناوب (یک فاز یا سه فاز) AC تبدیل می‌کند. مشخصه‌های الکتریکی آن مانند ولتاژ و فرکانس با مصرف‌کننده یا شبکه باید مطابقت داشته باشد. (شکل ۳۸) توان اینورتر باید معادل یا بیشتر از توان کل مصرف‌کننده‌ها باشد.

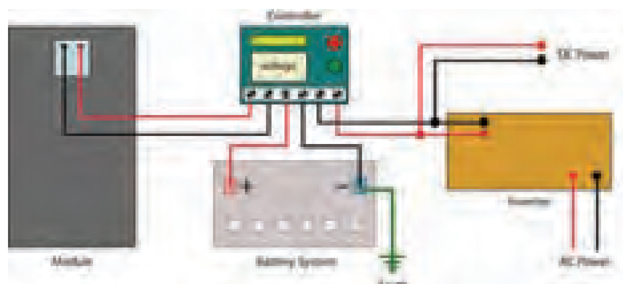


شکل ۳۸- اتصال اینورتر به مدول

انتخاب اینورتر به موارد زیر بستگی دارد:

- میزان انرژی خروجی مدول؛
- ظرفیت افزایش تعداد مدول در آینده؛
- مطابقت با مشخصات شبکه سراسری یا محلی و مصرف کننده‌ها (ولتاژ وفرکانس)

برای تأمین مصرف یک هواکش (۸۰وات)، لامپ کم‌مصرف(۲۰وات) و لامپ رشته‌ای ۴۰ وات یک اینورتر ۲۰۰ وات مطابق شکل ۳۹ مناسب است.



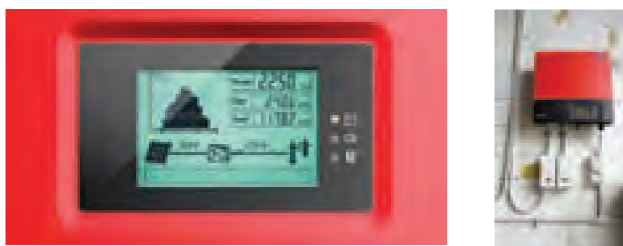


شکل ۳۹ ــ یک اینورتر مبدل ۱۲ ولت DCبه ۲۲۰ولت AC با توان ۲۰۰ وات و فرکانس ۵۰ هرتز

1. Inverter

توجه

لوازم خانگی نظیر یخچال، ماشین لباسشویی، سشوار، ماشین ظرفشویی و کلیه مصرف‌کننده‌های خانگی که دارای الکتروموتور هستند دارای توان راه اندازی متفاوتی نسبت به توان در حال کار هستند پس برای انتخاب نوع اینورتر و بار مورد نظر به این نکته باید دقت کرد. تهویه مناسب برای عملکرد بهتر اینورتر توصیه می‌شود. بعضی از اینورترها مجهز به صفحه نمایش است. این صفحه نمایش مقادیر توان لحظه‌ای، روزانه و کل را نشان می‌دهد (شکل ۴۰).



شکل ۴۰ــ صفحه نمایش یک اینورتر با توان ۲/۲۵ کیلو وات

نمایش فیلم



اتصال قطعات فتوولتاییک **(زمان تقریبی ″۱۵ :′۹)**

۲۰ــ۱ انواع اینورتر

اینورتر نسبت به نوع سیستم فتوولتاییک متصل به شبکه و جدا از شبکه برق بر دو نوع است:

اینورتر متصل به شبکه برق (grid tie inverter)

اینورتر جدا از شبکه برق (off grid inverter)

۱ــ۲۰ــ۱ اینورتر متصل به شبکه:

اگر سیم کشی سیستم فتوولتاییک به شبکه برق متصل باشد و انرژی خورشیدی برای کاهش دادن میزان هزینه برق مصرفی از شبکه نصب شود و یا اگر به هر دلیلی ارتباط سیم‌کشی برق با شبکه باید برقرار باشد از اینورتر متصل به شبکه استفاده می‌شود و در این حالت مشخصات اصلی شبکه مثل ولتاژ و فرکانس باید با خروجی اینورتر یکی باشد. در واقع هزینه برق کم می‌شود. اگر سیستم خورشیدی بیش از نیاز برق تولید کرد می‌توان آن را به شبکه برق فروخت. با توجه به متغیر بودن برق تولید شده توسط مدول خورشیدی به دلیل تغییرات تابش نور، نیاز به باتری ضروری است. البته اگر تغییرات ولتاژ مهم نباشد باتری ضروری نیست. در این نوع سیستم‌ها اگر نیاز به برق پشتیبان نباشد در نتیجه نیاز به باتری نخواهد بود و هزینه نصب سیستم خورشیدی نیز کاهش پیدا می‌کند، اگر هم نیاز به برق پشتیبان برای زمان کمی باشد مثلاً (یک ساعت) می‌توان ظرفیت باتری‌ها را خیلی کم انتخاب کرد (شکل ۴۱).



شکل ۴۱ــ اینورتر متصل به شبکه برق

در نوع متصل به شبکه، برق تولیدی از پنل خورشیدی به طور مستقیم به اینورتر وارد می‌شود. بنابراین این اینورتر با اینورترهای معمولی متفاوت است. زیرا برق تولید شده از پنل به دلیل تأثیرات شرایط محیطی مانند تغییرات تابش نور خورشید همیشه در حال تغییر است. پس اینورتر با یک توان ورودی یکنواخت روبرو نیست و در نتیجه باید الگوی خاصی برای تبدیل برق مستقیم به برق متناوب داشته باشد. در نتیجه قیمت اینورتر خورشیدی نسبت به اینورتر معمولی بالاتر است.

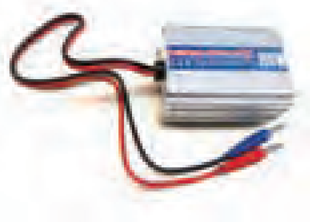
تذکر:
تعیین خروجی ولتاژ و فرکانس اینورتر و انطباق آن شبکه بسیار اهمیت دارد.

۱-۲۰-۲ اینورترهای جدا از شبکه

این نوع اینورترها همان گونه که از نام آنها مشخص است قابلیت اتصال به شبکه برق را ندارند و نمی توان آنها را به شبکه متصل کرد. تقریباً تمام اینورترهایی که در مناطق دور از دسترس برق و برای سیستم‌های کوچک استفاده می‌شود از این نوع اینورتر هستند. در نوع منفصل از شبکه، اینورتر برق ذخیره شده در باتری را از ۱۲ ولت مستقیم به ۲۳۰ ولت متناوب تبدیل می‌کند تا مناسب برای استفاده در وسایل برقی خانگی شود. بهتر است شکل موج منحنی خروجی اینورتربه شکل موج سینوسی نزدیک‌تر باشد. این اینورترها مانند اینورتر متصل به شبکه نیستند زیرا برق یکنواخت باتری را تبدیل خواهند کرد (شکل ۴۲).



۴۲-۲



۴۲-۱

شکل ۴۲ ــ اینورتر منفصل (جدا) از شبکه برق



سؤال

اینورتر نصب شده در برق خورشیدی روستاهای دورافتاده و خارج از دسترس شبکه برق کشور از کدام نوع است؟

برای انتخاب اینورتر پارامترهای زیر مهم است :

- ولتاژ ورودی به اینورتر
- ولتاژ خروجی
- توان خروجی از اینورتر
- حداکثر جریان

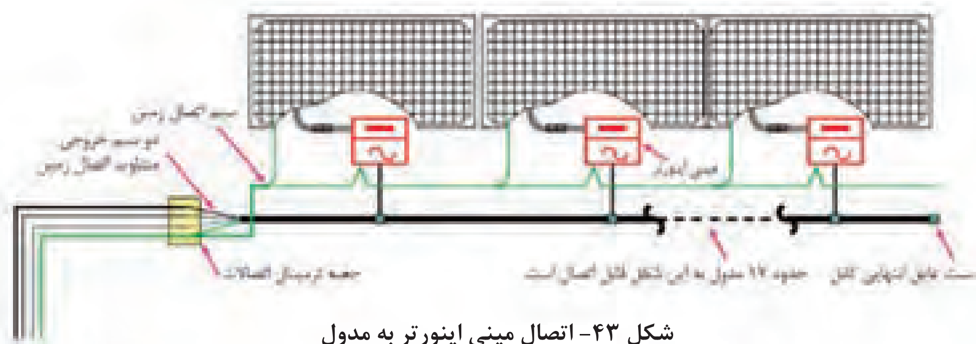
ولتاژ ورودی به اینورتر منفصل از شبکه مربوط به ولتاژ باتری و در نوع متصل به شبکه مربوط به ولتاژ پنل است. توان خروجی از اینورتر مربوط است به حداکثر توانی که سیستم برای آن طراحی شده است. این توان برای سیستم‌های منفصل معمولاً در اینورترها از ۲۰۰ وات تا ۳۰۰۰ وات متفاوت است. همیشه توان اینورتر از توان مصرف‌کننده‌ها بیشتر انتخاب میشود.

۱-۲۰-۳ انتخاب اینورتر:

ولتاژ ورودی اینورتر باید با ولتاژ سیستم که همان ولتاژ باتری‌ها و پنل‌هاست سازگار باشد. تأثیرگذارترین عامل در انتخاب ولتاژ سیستم فاصله بین باتری‌ها و پنل‌هاست. زیرا در ولتاژ بالاتر میزان جریان کمتر است و در نتیجه قطر کابل

کم می‌شود. با توجه به اینکه اینورتر برق DC را به AC تبدیل می‌کند، می‌توان از اینورتر متصل به مدول خورشیدی استفاده کرد.به این اینورتر «مینی اینورتر» گفته می‌شود (شکل ۴۳).

نکتهٔ بسیار مهم در انتخاب اینورتر این است که ورودی اینورتر به هیچ وجه نبایستی از مجموع توان تمام وسایل برقی کمتر باشد. همچنین ولتاژ نامی اینورتر باید با ولتاژ بانک باتری‌ها برابر باشد.



شکل ۴۳- اتصال مینی اینورتر به مدول

نمایش فیلم



فیلم اینورتر به نمایش گذاشته می‌شود **(زمان تقریبی ″۵۶ :′۰۰)**

۲۱–۱ اتصالات و کابل کشی

پشت مدول‌های خورشیدی یک جعبه اتصال نصب شده که دو سیم خروجی مثبت (قرمز) و منفی (مشکی) به آن متصل است. در نمونه‌های بزرگ تر جعبه اتصال با یک کابل و کانکتور MC۴ ارائه شده است ودر مدول‌های خورشیدی کوچک با سیم معمولی می‌توان از جعبه اتصال پشت مدول خورشیدی اتصال برقرار کرد.در سیم کشی مدول‌ها سیم زرد ـ سبز برای اتصال زمین استفاده می‌شود.

کابل‌های مخصوص اتصال مدول‌ها به دلیل قرار گرفتن در معرض تابش خورشید باید ضد اشعه ماورای بنفش(UV) باشد (شکل ۴۴).



شکل ۴۴ـ یک نمونه کابل سیستم فتوولتاییک ضد اشعه ماورای بنفش با اتصال MC۴

برای ایجاد اتصال مطمئن و محکم مطابق مراحل زیر می‌توان با استفاده از یک کابل UVوکانکتور MC۴ کابل با اتصال مناسب درست کرد.

فعالیت



با استفاده از کابل مناسب و کانکتور MC۴یک اتصال شبیه شکل ۴۵ ایجاد کنید.



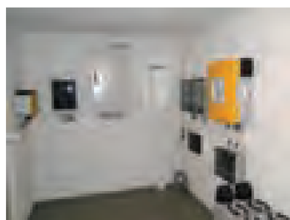
شکل ۴۵-مراحل اتصال کانکتور MC۴

فعالیت



در شکل۴۶ دو نمونه نصب سیستم فتوولتاییک خانگی نشان داده شده است.چه تفاوتی بین اتصالات این دو نصب مشاهده می‌کنید، در موردآن بحث وتبادل نظر نمایید.





شکل ۴۶ ـ اجرای دو نمونه سیم‌کشی سیستم فتوولتاییک



کار عملی شماره ۶

هدف

تولید برق متناوب با انرژی خورشیدی منفصل از شبکه برق

تجهیزات مورد نیاز مطابق شکل ۴۷ عبارت است از:

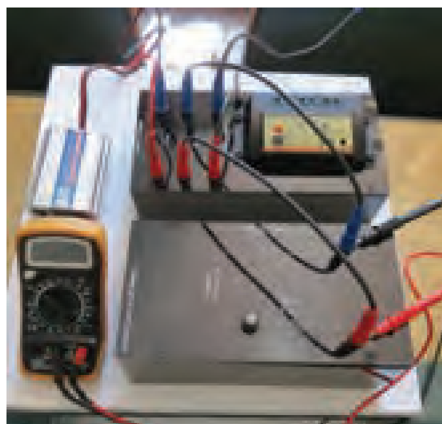
- مدول خورشیدی ۲ عدد ۱۷ ولت
- ولت متر و آمپرمتر
- کابل و سیم‌های رابط
- کنترل شارژ ۱عدد
- باتری ۱۲ ولت ۲ عدد
- اینورتر ۱۲ به ۲۲۰ ولت ۱عدد
- فرکانس متر ۱عدد
- لوازم برقی خانگی غیر موتوری یک یا دو عدد



شکل ۴۷- تجهیزات مورد نیاز

مراحل انجام کار

ابتدا باتری را به کنترل شارژ متصل کنید. در مرحله بعد نوبت به اتصال اینور تر برای تبدیل جریان مستقیم به متناوب است. بعد از اتصال باتری به کنترل شارژ، می‌توان خروجی مدول خورشیدی را به کنترل شارژ متصل کرد. در آخرین قسمت مدول خورشیدی در معرض نور خورشید به مدار کنترل شارژ، باتری واینورتر متصل شود (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- اتصال اینورتر

توجه

همیشه قبل از اتصال مدول خورشیدی به شارژ کنترل، مدول خورشیدی را از نور خورشید دور نگهدارید یا روی صفحه آن را با یک پوشش تیره رنگ بپوشانید تا در اتصال اولیه به شارژ کنترلر آسیب نرسد.

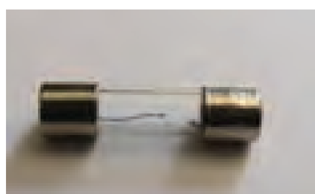
ایمنی

معمولاً درساختمان اینورتر و شارژ کنترل از فیوز برای حفاظت استفاده شده است، ولی می‌توان با استفاده از کلید و فیوز مناسب حفاظت و ایزوله کردن هر قسمت را به‌طور کامل انجام داد (شکل ۴۹). این کلید و فیوز در محل‌های زیر قرار می‌گیرد.

۱ـ بین مدول خورشیدی و شارژ کنترلر

۲ـ بین شارژ کنترلر و باتری

۳ـ بین باتری و اینورتر



شکل ۴۹- فیوز سر راه باتری سوخته است.

بعد از اتمام سیم‌کشی و اتصالات با رعایت موارد ایمنی مصرف کننده‌ها را وارد مدار کنید وولتاژ وجریان مصرفی آنها را اندازه گیری نمایید (شکل ۵۰).

ایمنی

به دلیل بالا بودن سطح ولتاژ در تمام مراحل نکات ایمنی برای جلوگیری از برق گرفتگی را جدی بگیرید.



شکل۵۰- مدار کار عملی ۳

تمرین



دیاگرام زیر را تفسیر کنید. در این دیاگرام اجزای سیستم و ارتباط آنها با یکدیگر را بررسی کنید.وظیفه هر قسمت را توضیح دهید (شکل ۵۱).



شکل ۵۱ـ نقشه ارتباط عناصر سیستم فتوولتاییک On_Grid

بحث کنید

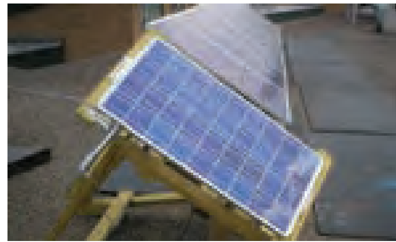
عملکرد چراغ خورشیدی خیابانی بسیاری از چراغ روشنایی خیابانی امروزه با استفاده از سیستم‌های فتوولتاییک انرژی خود را تأمین می‌کنند.در مورد عملکرد این چراغ‌های خورشیدی بحث و تبادل نظر کنید. و درمورد توان مصرفی آنها تحقیق کنید (شکل ۵۲).



شکل ۵۲ــ چراغ خورشیدی خیابانی ۲۴V طراحی اتصال کابل

۲۲–۱ نصب آرایه خورشیدی

یکی از موارد مهم نصب آرایه‌های خورشیدی توجه به موقعیت جغرافیایی و زاویه نصب بهتر است مطابق با عرض جغرافیایی باشد.به عبارت دیگر تعیین جهتی که بیشترین مقدار تابش آفتاب را برای مدول خورشیدی به همراه داشته باشد.ساخت نگهدارنده و پایه(سازه) از دیگر موارد مهم در نصب آرایه‌ها است (شکل ۵۳).




شکل ۵۳ ــ دو نمونه پایه و سازه پنل خورشیدی (فلزی و چوبی)

نمایش فیلم



اتصالات کابل فتوولتاییک **(زمان تقریبی ″۰۷ :′۰۶)**

سؤال



کدام یک از دو نمونه پایه معرفی شده در برابر باد شدید و باران استحکام بیشتری دارد؟

پایه (سازه) نگهدارنده ثابت

ابتدا بهترین موقعیت قرارگیری پنل‌ها را مشخص می‌کنند.جایی که بدون هیچ مانعی نور خورشید را دریافت کند. (معمولاً در کشور ما این جهت رو به جنوب و با زاویه بین ۲۰ الی ۳۰ درجه بستگی به منطقه جغرافیایی است) سپس پایه‌ها را در مکان مورد نظر ثابت می‌نمایند. این روش ارزان‌ترین روش نصب آرایه خورشیدی می‌باشد. برای نصب آرایه‌های خورشیدی به دنبال همدیگر (پشت سرهم) نباید سایه مدول‌های خورشیدی روی یکدیگر بیفتد، به این منظور نسبتی را بین فاصله دو مدول و ارتفاع آنها لحاظ می‌کنند. مطابق شکل ۵۴ اگر فاصله دو مدول با d و ارتفاع یک مدول با w نشان داده شود نسبت فاصله به ارتفاع در تهران برابر با ۱/۷۲۳ می‌باشد. (d=۱/۷۲۳×w)



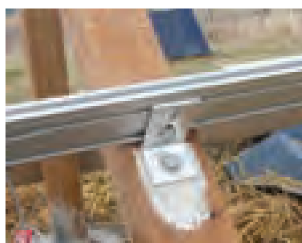
شکل۵۴ – فاصله مجاز نصب مدول های خورشیدی برای جلوگیری از سایه اندازی

برای نصب و محکم کردن مدول‌ها روی پایه(سازه) وسقف شیروانی از بست‌های متفاوتی نظیر شکل ۵۵ استفاده می‌شود.



الف) نصب روی سلف شیروانی





ب) نصب روی پایه آلومینیومی

شکل ۵۵

جدول ۹ ــ جنس سازه

جنس سازه	استحکام	قابلیت جوشکاری	قیمت	ویژگی خاص
آلومینیوم	سبک و محکم	مشکل	ــ	مقاوم در برابر پوسیدگی
آهن نبشی	بالا	خوب	ــ	غیر گالوانیزه قابلیت اکسید شدن و زنگ‌زدن دارد.
استیل ضدزنگ	بالا	مشکل	بالا	مناسب برای محیط مرطوب و نمکی
چوب	متوسط	ــ	ارزان	نامناسب برای محیط مرطوب

تذکر مهم: تمام پیچ و مهره‌های استفاده شده در سازه باید از جنس استیل ضدزنگ باشد (جدول ۹). در شکل ۵۶ پیچ‌ها دچار فرسودگی شده است.



شکل ۵۶- پیچ متصل به سازه فرسوده شده است.

ایمنی

هنگام نصب آرایه‌های خورشیدی در ارتفاع نکات زیر را رعایت کنید :

۱ـ اگر محل نصب آرایه‌ها روی بام شیروانی است حتماً برای حفاظت بیشتردرارتفاع از طناب و بست مناسب برای مهار خود استفاده کنید (شکل ۵۷).



شکل ۵۷- استفاده از بست مناسب

۲ـ هنگام انتقال مدول‌های خورشیدی همه افراد هنگام نصب از کلاه، دستکش ولباس ایمنی استفاده کنید واحتیاط لازم در سقوط آزاد آنها و برخورد به افراد را به عمل آورید.

۳ـ کابل کشی ضعیف و غیر اصولی آرایه‌های خورشیدی می‌تواند منجر به اتصال کوتاه اتصالات الکتریکی و احیاناً آتش سوزی شود بنابراین در این اتصالات موارد ایمنی و استاندارد را رعایت کنید.

نمایش فیلم



ماکزیمم تولید انرژی الکتریکی **(زمان″۳۰ :′۵)**

تمرین



هنرستان فنی و حرفه ای شهید رجایی تهران دارای یک نیروگاه خورشیدی با توان KW ۵ است. طبق شکل ۵۸ مدول‌ها در دو ردیف ۱۰ تایی نصب شده است.اگر طول وعرض هر مدول به ترتیب ۱/۶۶و۰/۹۵ متر باشد.برای نصب این دو ردیف حدوداً به چند متر مربع فضای نصب نیاز است؟



شکل ۵۸- نیروگاه خورشیدی ۵ کیلو وات هنرستان شهید رجایی تهران

۲-۲۲-۱ پایه نگهدارنده متغیر

در این روش از سازه‌هایی استفاده می‌شود که با توجه به تغییر زاویه خورشید در فصول متفاوت سال بهترین حالت قرار گیری پنل را مشخص نموده و زاویه قرارگیری پنل را در همان حالت قرار می‌دهد. بازده این روش حدوداً تا ۲۰ درصد نسبت به روش ثابت بیشتر است (شکل ۵۹).





شکل ۵۹- پایه نگهدارنده



نمایش فیلم

اتصال صفحه خورشیدی به پایه **(زمان تقریبی ″۲۸ :′۰۱)**

۳-۲۲-۱پایه‌های دنبال کننده خورشید

این روش خود به دو حالت یک بعدی (حرکت افقی از شرق به غرب) و دو بعدی (حرکت عمودی از پایین به بالا) تقسیم می‌شود که در هر زمان بهترین حالت قرار گیری پنل‌ها محاسبه شده و سازه‌ها بسته به محور قابل تغییر بصورت اتوماتیک در بهترین موقعیت قرار می‌گیرند. بازده این روش بین ۱۵ الی ۳۰ درصد افزایش می‌یابد ولی قیمت پیاده سازی آن زیاد است.



سؤال

عرض جغرافیایی شهر محل سکونت شما چند درجه است ؟

سؤال



چرا نصب آرایه‌ها در شکل ۶۰ به این حالت درآمده است؟



شکل ۶۰- پایه ضعیف در اثر باد شدید آسیب دیده است.

تمرین



در شکل ۶۱ مسیر خروجی آرایه، ورود به شارژ کنترلر، خروجی باتری و اینورتر را مشخص کنید.



شکل ۶۱ـ اتصالات سیستم فتوولتاییک

نمایش فیلم



نصب ۱و۲ قطعات سیستم فتوولتاییک (زمان تقریبی″۱۲ :′۱۱)

ارزشیابی شایستگی نصب سیستم فتوولتاییک

شرح کار

انواع سیستم تجدید پذیر وسیستم فتوولتاییک

اتصالات قطعات سیستم فتوولتاییک شامل کنترل شارژ باتری واینورتر

نصب مدول خورشیدی

استاندارد عملکرد: انجام کار روی بردکارگاهی با رعایت موارد ایمنی در کار و استفاده از ابزار

شاخص ها

تسلط برمشخصات فنی قطعات

نکات فنی اتصالات قطعات

استفاده صحیح از ابزار برای اتصالات

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

شرایط: فضای مناسب- ابزار مناسب- مدت زمان متناسب با حجم کار

ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم کشی برق - مدول خورشیدی -کابل UV و فیشMC۴ و اتصالات - باتری لیداسید-اینورتر- لباس کار

معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب قطعات سیستم فتوولتاییک وتکمیل جدول کار عملی(محصول)	۲	
۲	انجام سری وموازی مدول خورشیدی و برآورد توان خروجی	۱	
۳	انجام صحیح اتصال کنترل شارژ به باتری ومدول	۱	
۴	انجام صحیح زاویه با رعایت عرض جغرافیایی	۱	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		٭

٭ **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.**

پودمان ۲

خانه هوشمند



صرفه‌جویی در مصرف انرژی، امنیت و آسایش از پیامدهای خانه هوشمند است. با فراگیری این پودمان هنرجویان قادر به انجام هوشمندسازی روشنایی برق ساختمان خواهند بود.

واحد یادگیری ۳ (پودمان ۲)

خانه هوشمند

آیا می‌دانید

مزایای خانه هوشمند چیست و چه امکاناتی دارد؟
خانه هوشمند با خانه سنتی چه تفاوت‌هایی دارد؟
ساختارسیستم خانه هوشمند بی‌سیم و باسیم چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارد؟
پروتکل در هوشمندسازی خانه به چه معنایی است؟
چگونه در خانه هوشمند، نور و دما کنترل می شود؟
انواع ساختار ارتباطی در خانه هوشمند کدام است؟
چگونه در هوشمندسازی یک خانه سناریو تعریف می شود؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود ساختار خانه هوشمند را فراگرفته و چند نمونه کنترل روشنایی را انجام دهند.
همچنین آنها قادر به کاتالوگ‌خوانی، قطعه‌شناسی، انجام کنترل روشنایی و تعریف سناریوی خانه هوشمند خواهند بود.هنرجویان می‌توانند از طریق نصب نرم افزار ETS۵ و وارد کردن قطعات خانه هوشمند، ارتباط بین اجزا را یاد بگیرند و برنامه را روی سخت‌افزار پیاده‌سازی کنند.

مقدمه

گسترش فناوری به‌ویژه در صنعت ساختمان باعث شده تغییرات زیادی در نوع به‌کارگیری تجهیزات برقی پیش بیاید. به‌طوری‌که ساختمان‌های امروزی با ساختمان‌های سه دهه قبل قابل مقایسه نیستند. لذا لازم است با دستگاه‌های جدید و به‌روز برق در خانه‌ها آشنا شده و آنها را به‌کار گیرید.

در خانه‌هایی که امروزه ساخته می‌شود می‌توان با استفاده از یک تلفن همراه از خارج خانه و از هر مسافتی حتی خارج از شهر یا کشور دستگاه‌های ایمنی و امنیتی و تجهیزات برقی، کنترل خانه را در اختیار داشت. مثلاً اگر فراموش شود که در هنگام خروج از خانه شیر اصلی گاز بسته شود، بدون برگشتن به خانه و با یک تلفن این کار قابل انجام خواهد بود یا ساعتی قبل از رسیدن به خانه می‌توان کولر را روشن کرد.

همچنین می‌توان دما، روشنایی، دوربین‌های مداربسته، آیفون تصویری سیستم آبیاری باغچه و موتورخانه و ... را نیز کنترل کرد.

تمامی این نوآوری‌ها زمانی ارزشمند است که به بحران فراگیر جهان امروز یعنی موضوع انرژی و صرفه‌جویی و بهینه‌سازی مصرف آن توجه ویژه داشته باشد. با راه‌اندازی این سیستم در خانه می‌توان به ۳۰٪ صرفه‌جویی در مصرف انرژی رسید که با توجه به گران شدن تعرفهٔ انرژی، مجهز کردن خانه‌ها به دستگاه‌های هوشمند قدم بزرگی در کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در مصرف انرژی خواهد بود. یکی از پنج فناوری برتر که طی چند سال آینده جهان را متحول خواهد نمود، خانه هوشمند است.

به نظر شما چرا خانه‌ها با سیم‌کشی سنتی باید به خانه‌هایی هوشمند تبدیل شوند؟ چرا باید به سمت خانه‌های هوشمند حرکت کرد؟

شکل ۱

۱-۲-آشنایی با مفهوم خانه هوشمند



شکل ۲

به کـــــارگیری امـــکاناتی که خـــــانه را در اصطلاح هوشمند (Smart) می‌کند، همواره یکی از مواردی بوده است که بشر توجه زیادی به آن داشته است. خانه هوشمند به خانه‌ای گفته می‌شود که ساکنین آن، بتوانند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی خانه خود را از راه دور و نزدیک تنظیم و کنترل کنند و نیز بتوانند برنامه‌های مختلف و سناریوهای متنوعی را برای آن تجهیزات تعریف و اجرا نمایند.

خانهٔ هوشمند باعث می‌شود بتوان کارهای زیادی را با زحمت کمتری انجام داد. کارهایی مانند تنظیم تهویه، روشن و خاموش کردن لامپ‌ها مطابق زمان‌بندی. بنابراین یکسری کارها در ساعات خاصی از شبانه‌روز به‌صورت خودکار انجام خواهد شد.

خانه‌های هوشمند بهره‌وری از انرژی را نیز افزایش می‌دهند. برای مثال می‌توان ترموستات هوشمند را طوری تنظیم کرد که خانه چقدر گرم یا سرد باشد و لذا دما را به‌طور خودکار تنظیم کرد. همچنین وقتی کسی در خانه نباشد این ترموستات به حالت «راه دور» رفته و با تنظیم دمای خانه، مبلغ قبض‌های استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی کمتر خواهد شد.

۲-۲-هدف خانه هوشمند

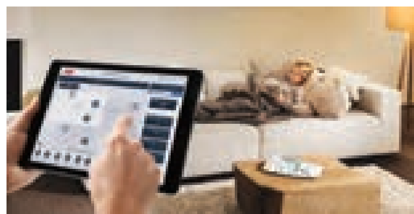
هدف از اجرای خانهٔ هوشمند ، تبدیل خانه به یک خانهٔ متمایز و مدرن، با مصرف بهینه انرژی و امن با مدیریت هوشمند می‌باشد.



صرفه‌جویی در مصرف انرژی



امنیت



آسایش

شکل ۳

به‌طور خلاصه هدف از خانهٔ هوشمند را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

الف) صرفه‌جویی در مصرف انرژی

کنترل هوشمند روشنایی‌ها با توجه به حضور افراد

کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط

کنترل هوشمند روشنایی‌ها با توجه به نور طبیعی روز (نور خورشید)



ب) آسایش و امنیت ساکنین

بالا بردن کیفیت زندگی با فراهم نمودن نور و دمای دلخواه ساکنین

اعلام نشت گازهای خطرناک و قطع آن

کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت

کنترل تجهیزات برقی با استفاده از سناریوهای دلخواه

فعال و غیرفعال‌سازی تجهیزات مطابق برنامه زمان‌بندی

امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار

تحقیق کنید

پیک‌سایی چیست؟ با تبدیل یک خانه سنتی به خانه هوشمند چگونه می‌توانیم به پیک‌سایی (پیک مصرف انرژی برق) کمک کنیم؟

۳ــ۲ــمزایای خانه هوشمند نسبت به خانه‌های سنتی

از مزایای خانه هوشمند می‌توان موارد ذیل را اشاره کرد:
- کنترل روشنایی و نورپردازی
- تنظیم و کنترل هوشمندانه سرمایش، گرمایش
- تنظیم و کنترل هوشمندانه روشنایی بر اساس زمان، میزان شدت نور طبیعی و نیز حضور و یا عدم حضور ساکنین.
- ایجاد و اجرای سناریوهای مختلف کنترل روشنایی مانند سناریوی ورود، خروج و غیره.
- کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منزل در هر لحظه با استفاده از پنل‌های کنترلی نصب‌شده در محل‌های مورد علاقه.
- کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منزل در هرلحظه هنگام خروج از منزل با استفاده از تلفن همراه و از طریق پیامک.
- تأمین امنیت ساختمان (دوربین‌های مداربسته، قفل‌های الکترونیکی و نظارت از راه دور و ....).
- قطع برق و گاز در مواقع خطر و اطلاع به ساکنین در صورت عدم حضور.
- کنترل پرده‌های برقی.
- مدیریت مصرف انرژی.
- آبیاری خودکار فضای سبز خانه.

شکل ۴

۴ــ۲ــامکانات خانه هوشمند

در هوشمندسازی ساختمان امکانات و قابلیت‌های زیر می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد.

۱ــ۴ــ۲ــ کنترل روشنایی: با مقایسه میزان مصرف انرژی الکتریکی ساختمان‌ها می‌توان دریافت که حدود ۳۰ درصد از انرژی مصرفی در ساختمان در سیستم‌های روشنایی مصرف می‌گردد. بخش زیادی از هزینه‌های برق ناشی از چراغ‌هایی است که ناخواسته روشن هستند.برای بهینه‌سازی

مصرف انرژی برق (روشنایی)، هوشمندسازی نیز نقش به‌سزایی را در این زمینه ایفا می‌کند. با استفاده از سنسورهای مختلف می‌توان مصرف انرژی برق را کاهش داد. خانه‌های هوشمند روش‌های مختلفی را برای مدیریت روشنایی ارائه می‌کنند که در زیر به آنها اشاره‌شده است:

ـ کنترل روشنایی براساس حضور شخص

ـ کنترل روشنایی براساس شدت نور (روشنایی) محیط

ـ تغییر سطح روشنایی با دیمر

ـ کنترل روشنایی بر اساس زمان‌بندی

موارد فوق را با کلید، با ریموت و یا با اپلیکیشن تلفن همراه، تبلت و از طریق اینترنت می‌توان کنترل کرد.

۲ــ۴ــ۲ــ کنترل دما: 

با هوشمندسازی سیستم گرمایش و سرمایش ساختمان و استفاده از اطلاعات مربوط به حضور افراد، باز بودن در و پنجره‌ها و کیفیت هوا و رطوبت تا حد زیادی می‌توان به کاهش مصرف انرژی و آسایش افراد در محیط دست پیدا کرد. به‌عنوان مثال می‌توان کاری کرد که در صورت باز بودن پنجره‌ها سیستم‌های سرمایش کار نکنند تا از هدر رفتن انرژی جلوگیری شود.

۳ــ۴ــ۲ــ کنترل سیستم صوتی و تصویری: 

با استفاده از ارتباط سیستم هوشمندسازی ساختمان با تجهیزات صوتی و تصویری کنترل آنها ساده‌تر شده و دیگر نیازی به استفاده از چندین کنترلر نخواهد بود. با تعریف سناریوهایی برای مشاهده تلویزیون و یا گوش دادن به آهنگ می‌توان تنها با فشردن یک دکمه نور اتاق را تنظیم کرد و تجهیزات لازم را نیز روشن نمود به‌عنوان مثال سینمای خانگی فعال شود، نور چراغ‌ها ۷۰ درصد کاهش پیدا کند. همچنین می‌توان در اتاق‌های مختلف موسیقی‌های متفاوتی پخش کرد. در صورت نیاز نیز امکان کنترل این سیستم‌ها از راه دور امکان‌پذیر خواهد بود.



شکل ۶

۴ــ۴ــ۲ــ سیستم امنیتی و نظارت تصویری:

تدابیر امنیتی و نظارتی باعث آسایش خیال بیشتر برای محیط‌های کار و زندگی بوده‌اند. یکی از ویژگی‌های سیستم‌های نظارت تصویری این است که می‌توان تصاویر دوربین‌ها را از مناطق دورتر حتی خارج از شهر یا کشور از طریق شبکه و اینترنت مشاهده نمود. این قابلیت باعث می‌شود در مکان‌هایی که حضور نداریم بتوانیم نظارت بیشتری داشته باشیم. مانند نظارت بر خانه از محل کار.

۵ــ۴ــ۲ــ سیستم قطع گاز یا آب در مواقع خطر:

با قرار دادن سنسورهای مناسب، در صورت نشت گاز، آتش‌سوزی، سرقت و نشت آب می‌توان سیستم را کنترل کرد. با نصب شیرهای برقی با قابلیت کنترل از راه دور آنها می‌توان در صورت نیاز شیرهای آب و یا گاز را قطع نمود و سیستم هشدار را فعال کرد.



شکل ۷

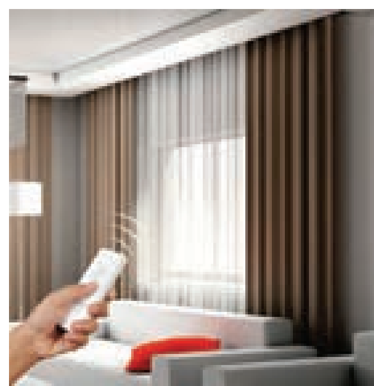
۶ـ۴ـ۲ـ سیستم دربازکن و کنترل تردد: 

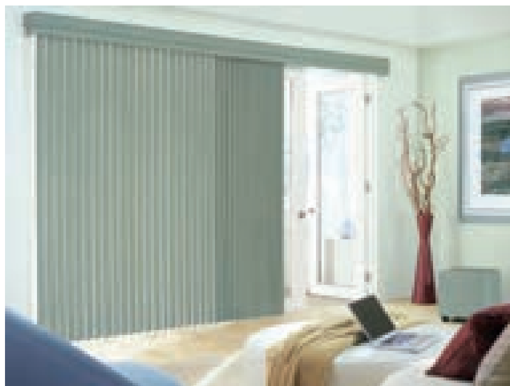
در ساختمان‌های هوشمند درصورتی‌که در خانه نباشیم و شخصی پشت در خانه باشد می‌توانیم توسط گوشی تلفن همراه او را مشاهده و یا حتی در صورت لزوم در را برای او باز کنیم.

۷ـ۴ـ۲ـ سیستم کنترل پرده‌ها: 

با باز و بسته کردن پرده‌ها می‌توان نور (و حتی دما) داخل اتاق‌ها را به نحو مطلوبی کنترل کرده و همچنین کمک کرد تا صرفه‌جویی بیشتری در مصرف انرژی انجام گیرد.

کنترل پرده‌ها نقش بسیار مهمی در استفاده بهینه از انرژی خورشید و کاهش مصرف انرژی الکتریکی دارد و استفاده از این قابلیت در ساختمان‌های هوشمند بین ۹ تا ۳۲ درصد باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود.





شکل ۷

هزینه‌ای که برای یک خانه هوشمند صرف می‌شود با توجه به‌صرفه‌جویی انرژی، طی چند سال جبران می‌شود.

تحقیق کنید 

لیستی از امکانات مختلف خانه‌های هوشمند تهیه کنید و مقایسه کنید که کدام یک از این امکانات به خواسته‌های واقعی ساکنین نزدیک‌تر است؟

۵-۲-معرفی اجزای خانه هوشمند

در خانه هوشمند تجهیزات متنوع و مختلفی به کار می‌روند که این تجهیزات به سه دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی می‌شود که در زیر به هر یک از آنها اشاره می‌شود: شکل شماره ۸ به‌صورت شماتیک نحوه ارتباط اجزای خانه هوشمند را نشان می‌دهد.



شکل ۸

۱ــ ورودی‌ها: ورودی‌ها شامل حسگرها و کلیدها هستند که یا با فرمان کاربر و یا با توجه به کمیتی که حس می‌کنند، فرمانی را به عملگرها می‌دهند. مانند سنسورهای نوری و کلیدها.
کلیدها: کلیدها نیز به‌عنوان تجهیزات ورودی به‌حساب می‌آیند که توسط کاربر فرمانی را به فعال‌ساز می‌دهند.

ماژول کلید لمسی هوشمند	ماژول کلید لمسی هوشمند با صفحه نمایشگر	صفحه لمسی (تاچ پنل)

شکل ۹

۲-تابلوی مرکزی(فعال‌سازها و قطعات تابلویی): معمولاً تابلوی اصلی شامل منبع تغذیه،نرم‌افزار و ماژول‌های فعال‌ساز هست که فرمان داده‌شده توسط حسگرها را با توجه به برنامه‌ای که از قبل برای آنهاتعریف‌شده، دریافت و به عملگرها فرمان می‌دهند. برخی از اجزای تابلوی مرکزی به شرح زیر هستند:

ماژول منبع تغذیه	ماژول فعال‌ساز رله (سوئیچ)	ماژول دیمر	ماژول سرمایش و گرمایش
ماژول کنترل پرده	ماژول رابط یونیورسال(ورودی دیجیتال/آنالوگ)	ماژول درگاه ارتباط USB	ماژول درگاه ارتباط USB

شکل ۱۰

۳ـ خروجی‌ها: خروجی مدار معمولاً مصرف‌کننده‌ها (لامپ‌ها و یا موتور پرده و یا موتور اهرمی شیر گاز) و یا عملگرهایی هستند که در واقع با دریافت فرمان، عملی را انجام می‌دهند. مثلاً شیر اهرمی گاز، تغییر وضعیت داده و مسیر گاز را می‌بندند. در ادامه به بعضی از خروجی‌ها اشاره می‌شود:

لامپ LED باقابلیت کنترل شدت نور	لامپ‌هالوژن ۲۲۰ ولت (باقابلیت کنترل شدت نور)	لامپ‌های RGB
موتور پرده	موتور اهرمی شیر گاز و یا آب	

شکل ۱۱

۶-۲-معرفی تعدادی از قطعات هوشمند

در این قسمت به معرفی تعدادی از قطعات پرکاربرد در خانه هوشمند می‌پردازیم:

۱ـ۶ـ۲ـ ماژول منبع تغذیه:

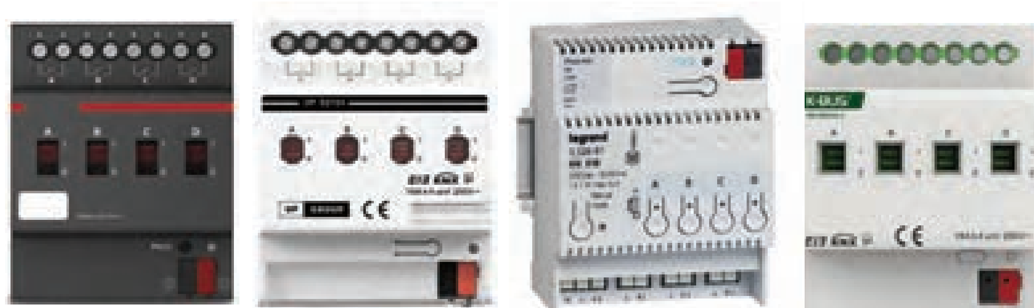
منبع تغذیه، ولتاژ ۲۲۰ متناوب را به V ۳۰ (۲۹ ولت) مستقیم تبدیل می‌کند. منبع تغذیه از طریق درگاه KNX (به رنگ مشکی و قرمز) از طریق کابل باس، ماژول‌ها را تغذیه می‌کند. ماژول منبع تغذیه با جریان‌های خروجی ۱۶۰ و ۳۲۰ و ۶۴۰ میلی‌آمپر ساخته می‌شود کوچک‌ترین ماژول منبع تغذیه، (۱۶۰ میلی‌آمپری) معمولاً می‌تواند تا ۱۶ ماژول را تغذیه کند، زیرا اغلب تجهیزات مورد استفاده مصرف جریانی برابر ۱۰ میلی‌آمپر دارند. با توجه به تعداد ماژول‌های به‌کار رفته در مدار، باید از ماژول تغذیه با جریان مناسب استفاده کرد. این ماژول بر روی ریل DIN در داخل تابلوی برق نصب می‌شود.



شکل ۱۲

۲ـ۶ـ۲ـ ماژول فعال‌ساز رله (چندکاناله):

برای روشن و یا خاموش کردن وسایلی مانند چراغ‌ها، موتورها و ... از ماژول فعال‌ساز رله استفاده می‌شود. این ماژول در انواع مختلف ۲، ۴، ۸ و ۱۲ کانال ساخته می‌شود و می‌توان خط‌های روشنایی را به‌طور مستقل توسط آنها کنترل کرد. همچنین با توجه به توان مصرف‌کننده، می‌توانند تا ۲۰ آمپر را تأمین کنند. در بعضی از مدل‌های این ماژول قابلیت تعریف برنامه‌های مختلفی مانند تایمر وجود دارد. این ماژول بر روی ریل در داخل تابلوی برق نصب می‌شود.



شکل ۱۳

۳ـ۶ـ۲ـ ماژول رابط رایانه (درگاه USB):

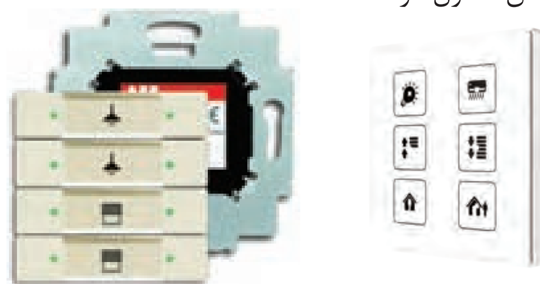
ارتباط برنامه نوشته شده به‌صورت نرم‌افزار بر روی رایانه، با سخت‌افزار نصب‌شده، از طریق کابل و ماژول رابط رایانه انجام می‌شود. بعد از انتقال داده‌ها این ماژول می‌تواند از مدار جدا شود. این قطعه بر روی ریل در داخل تابلوی برق نصب می‌شود.



شکل ۱۴

۴ـ۶ـ۲ـ کلیدها:

این کلیدها برنامه‌پذیر بوده و بعضاً دارای نور پس‌زمینه برای بهتر دیده شدن برچسب‌ها می‌باشند. این کلیدها در مدل‌های جدید دارای Bus Coupler داخلی بوده و بنابراین بدون نیاز به سخت‌افزار اضافی قابل اضافه شدن به تجهیزات خانه هوشمند می‌باشند. برای مثال، می‌توان خاموش ـ روشن کردن چراغ‌ها، دیم (کاهش و یا افزایش نور) آنها و یا حتی پرده‌ها را با آن کنترل کرد.



شکل ۱۵-ماژول کلید لمسی هوشمند



تحقیق کنید

در مورد ماژول تبدیل کلیدهای سنتی به کلیدهای هوشمند تحقیق کنید.

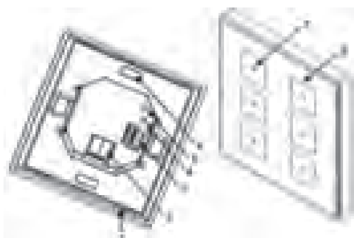


کار عملی ۱

شناسایی قطعات خانه هوشمند (قطعه‌شناسی)

شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم با تعدادی از قطعات خانه هوشمند آشنا شویم به همین منظور قطعات را از لحاظ سخت‌افزاری مورد بررسی قرار داده و کاتالوگ‌های (منوال) مربوط به هر یک از قطعات را می‌خوانیم.

قطعاتی که مورد بررسی قرار می‌دهیم به شرح زیر است:



شکل ۱۶

۱ـ منبع تغذیه

۲ـ کلید هوشمند لمسی Knx

۳ـ فعال‌ساز رله

۴ـ درگاه ارتباطی USB

مراحل انجام کار عملی:

۱ـ کاتالوگ (منوال) مربوط به هر یک از قطعات موجود در کارگاه را از سایت شرکت سازنده دانلود کنید. برای این کار، در سایت شرکت سازنده به بخش محصولات مراجعه کرده و Datasheet و Manual را دریافت کنید. همچنین می‌توانید کد قطعه را در اینترنت جستجو نمایید.

۲ـ قسمت‌های مختلف قطعه را شماره‌گذاری کرده و از روی کاتالوگ نام هر قسمت و کار آن را بنویسید.

۳ـ اطلاعات فنی بر روی هر یک از قطعات حک‌شده است این اطلاعات را استخراج و در جدول زیر ثبت کنید.

جدول ۲

نام شرکت سازنده		مدل	
ولتاژ باس		جریان باس	
کد فنی		کشور سازنده	

۴ـ با توجه به کاتالوگ هر یک از قطعات، جدولی تهیه کنید و مشخصات و پارامترهای مهم هر قطعه را از کاتالوگ استخراج کرده و در جدول یادداشت کنید.

جدول ۳

نوع بار قابل اتصال به خروجی		جریان نامی تیغه‌های خروجی	
ورژن‌های نرم‌افزاری تحت پوشش		ابعاد	
تعداد خروجی‌ها		تعداد ورودی‌ها	
طریقه نصب		سایز پیچ‌های اتصال	

۵ـ با کمک از کاتالوگ، ببینید چه توانایی‌هایی دارند؟ (توجه: معمولاً توانایی‌های هر قطعه در ابتدای کاتالوگ و در بخش General آورده می‌شود.)

فعالیت



هنرستان شما چه قطعاتی از خانه هوشمند را دارد؟ کاتالوگ هر یک از این قطعات و یا مشابه آن را مورد بررسی قرار دهید.

۲ـ۷ـ نرم‌افزار ETS۵

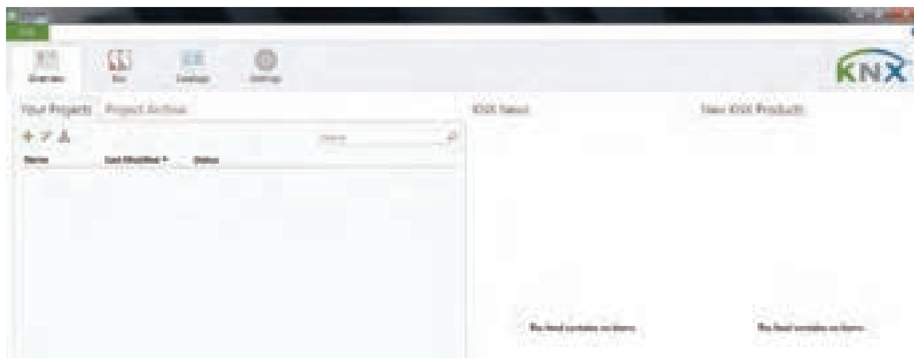
ETS نام نرم‌افزاری است که انجمن بین‌المللی KNX آن را جهت برنامه‌ریزی قطعاتی که با این پروتکل پیکربندی می‌شوند، طراحی کرده است. این نرم‌افزار برنامه‌ریزی را ساده کرده و می‌تواند سخت‌افزارهای مختلف تحت پروتکل KNX را در یک محیط ساده برنامه‌ریزی نماید.

پروتکل KNX ، همهٔ ساختمان‌ها (اعم از مسکونی، تجاری، اداری، هتل‌ها و ...) را تحت پوشش خود قرار می‌دهد و برای هرکدام راه‌حل و سخت‌افزار مناسب برای هوشمندسازی سیستم‌های موجود ارائه می‌دهد.

نرم‌افزار کاربردی KNX که عموماً تحت عنوان (Engineering Tool software) ETS شناخته می‌شود ، دارای نسخه‌های مختلفی است که معروف‌ترین آنها در سه نسخه ۳، ۴ و ۵ توسط انجمن KNX برای پیکره‌بندی تجهیزات تحت این پروتکل ارائه‌شده است.

ـ محیط برنامه ETS۵:

روی آیکون نرم‌افزار کلیک کنید تا برنامه اجرا و صفحه اصلی نرم‌افزار باز می‌شود.شکل ۱۷ صفحه اصلی نرم‌افزار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷

همان‌طور که در شکل ۱۷ نشان داده شده است، محیط این نرم‌افزار دارای چهار زبانه (Tab) اصلی است.

۱ـ Overview

۲ـ Bus

۳ـ Catalogs

۴ـ Settings

در ادامه به تشریح هر یک از این زبانه‌ها پرداخته خواهد شد.

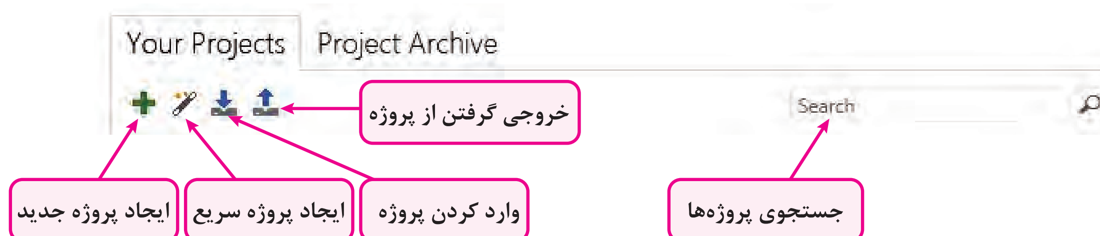
۱ـ Overview

۱ـ۱ـ لیست پروژه‌ها: در این قسمت، لیست کاملی از پروژه‌هایی که توسط شما ایجادشده و قبلاً ذخیره‌شده و یا به نرم‌افزار وارد (Import) شده‌اند، نمایش داده می‌شود. با استفاده از دکمه‌های بالای این بخش، می‌توانید کارهایی که در زیر لیست شده را انجام دهید. (شکل ۱۸)

ـ ایجاد پروژه جدید

ـ ایجاد پروژه سریع: طبق مراحلی که نرم‌افزار به ما نشان می‌دهد، گام‌به‌گام پروژه تعریف می‌شود.

ـ واردکردن پروژه: اگر پروژه‌ای در جای دیگر و قبلاً انجام‌شده فایل آن در اختیار است، می‌توان آن را وارد نرم‌افزار کرد.
ـ خروجی گرفتن از پروژه



شکل ۱۸

بر روی علامت (+) کلیک کنید تا مشخصات یک پروژه جدید باز شود. در این قسمت باید نام پروژه را انتخاب کنید. در قسمت‌های بعد، ساخت خودکار خط ۱، نوع باس ارتباطی (که باید زوج به هم تابیده باشد) و آرایش آدرس گروهی را انتخاب کنید. (شکل ۱۹)



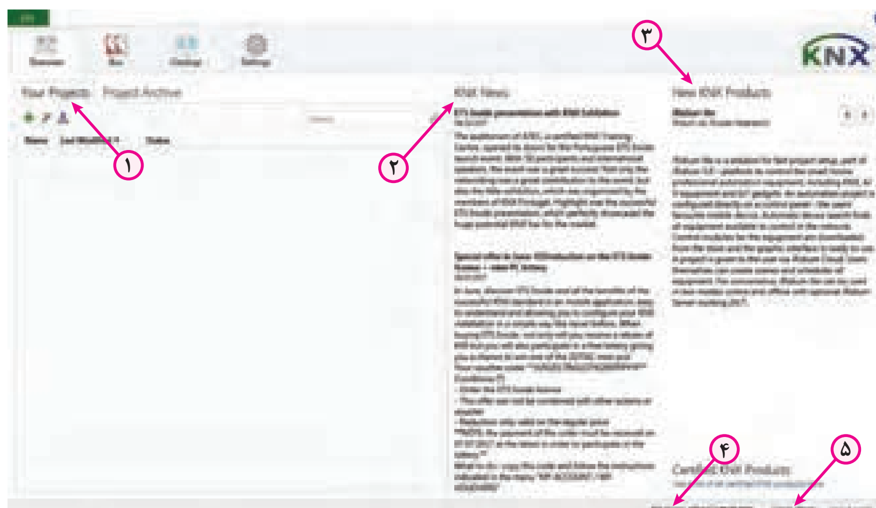
شکل ۱۹

۲ـ۱ـ اخبار جدید: در این قسمت، جدیدترین اخبار مربوط به فعالیت‌های انجمن جهانی KNX درج می‌شود. این بخش را می‌توانید از قسمت تنظیمات، فعال یا غیرفعال نمایید.اگر رایانه شما به اینترنت متصل باشد پس از هر بار باز کردن نرم‌افزار اخبار جدید نمایش داده می‌شود. (شکل ۲۰)

۳ـ۱ـ محصولات جدید: در این قسمت، محصولات جدید که توسط شرکت‌های مختلف با پروتکل KNX معرفی‌شده‌اند، نمایش داده می‌شود. این بخش را می‌توانید از قسمت تنظیمات، فعال یا غیرفعال نمایید.

۴ـ۱ـ نسخه نرم‌افزار و بروز رسانی

۵ـ۱ـ مجوزهای نصب‌شده (لایسنس) و نوع آن



شکل ۲۰

۲ــ Bus:

۱ــ۲ــ واسط ارتباطی(connections): توسط گزینه interfaces می‌توانید، تنظیمات واسط ارتباطی کامپیوتر و باس KNX را مشخص کنید. این قطعه می‌تواند USB یا تحت شبکه باشد.

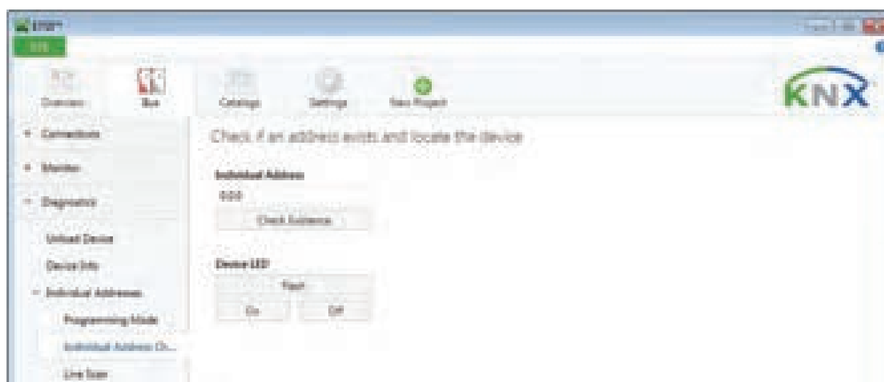
۲ــ۲ــ مانیتورینگ باس: در این بخش، به دو روش می‌توان باس KNX و تلگرام‌های آن را مانیتور کرد. روش اول مانیتورینگ براساس آدرس‌های گروهی است و روش دوم مانیتورینگ تمام تلگرام‌های باس KNX.

۳ــ۲ــ تعمیرات: در این بخش با گزینه Unload Device می‌توانید حافظهٔ دستگاه مورد نظر را پاک نموده و آن را به وضعیت کارخانه برگردانید. با گزینه Device Info می‌توانید با دسترسی به حافظهٔ دستگاه، اطلاعات مختلفی در مورد قطعهٔ مورد نظر به دست آورید.

۴ــ۲ــ کار با آدرس فیزیکی قطعات: در این بخش سه قسمت اصلی وجود دارد:

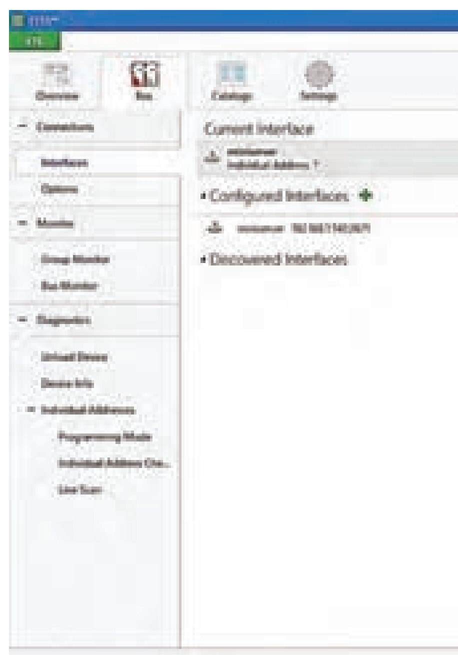
۱ــ۴ــ۲ــ حالت برنامه‌ریزی (Programming Mode): در این حالت با فشردن دکمه برنامه‌ریزی قطعات، می‌توانید آدرس فیزیکی آنها را مشاهده کنید.

۲ــ۴ــ۲ــ بررسی آدرس فیزیکی(Individual Address Check): در این قسمت با واردکردن آدرس فیزیکی قطعه موردنظر، می‌توانید وجود آن در پروژه، روی تابلو و یا تعریف آن را مشاهده کنید. همچنین می‌توانید با فعال کردن LED برنامه‌ریزی دستگاه، محل واقعی آن در تابلوی برق را ببینید و قطعه را پیدا کنید.



شکل ۲۱

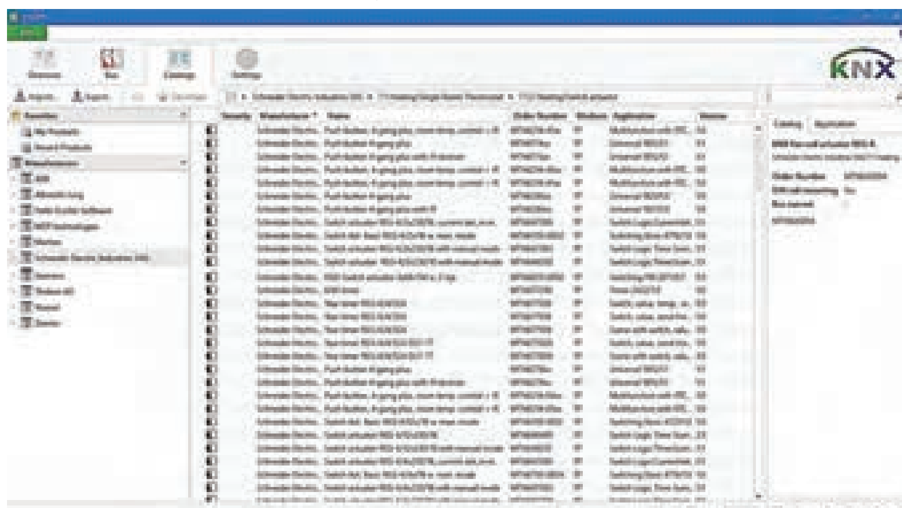
۳ـ۴ـ۲ـ جستجوی خط(Line Scan): در این قسمت، تمام قطعات روی خط را می‌توانید بیابید و وجود آن در تابلوی برق را بررسی کنید.



شکل ۲۲

۳ـ Catalogs

در این قسمت، علاوه بر مشاهده بانک اطلاعاتی تجهیزاتی که در نرم‌افزار استفاده می‌کنید، می‌توانید فایل کاتالوگ (DataBase) هر قطعه را به نرم‌افزار وارد کنید تا بتوانید در پروژه‌ها از آن استفاده کنید. امکان جست‌وجو در بین قطعات و دسته‌بندی آنها در این بخش فراهم است.

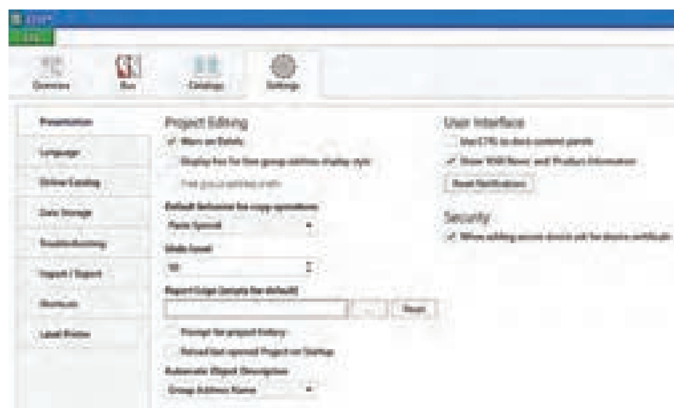


شکل۲۳

۴- Settings:

در این قسمت به تنظیمات نرم‌افزار دسترسی دارید. با کلیک روی زبانه Settings، موارد زیر قابل تنظیم است:

۱ـ **Presentation**: که در آن مواردی چون هشدار موقع حذف پروژه، سطح برگشت به عقب نرم‌افزار، نحوه کپی و پیست کردن، تنظیمات صفحه اول نرم‌افزار (مانند حذف اخبار و یا محصولات جدید از صفحه اول است.)



شکل ۲۴

۲ـ **Language**: مربوط به زبان نرم‌افزار است که می‌توانیم زبان انگلیسی را انتخاب کنیم.

۳ـ **Online Catalog**: می‌توان از کاتالوگ‌های آنلاین سازنده‌هایی که تجهیزات Knx تولید می‌کنند و لیست آنها قابل‌مشاهده است، استفاده کرد. از هر برندی که از تجهیزات سخت‌افزاری خانه هوشمند استفاده شود ابتدا باید فایل‌های مربوط به همان شرکت سازنده از این قسمت دانلود شود و در برنامه نرم‌افزار از آن استفاده کرد. این بخش نیاز به مجوز نرم‌افزاری دارد.

۴ـ **Data Storage**: برای ذخیرۀ پروژه‌ها باید از این قسمت استفاده کرد و محل ذخیره را تعیین کرد.

۵ـ **Troubleshooting**: مشکلات نرم‌افزاری که مربوط به خود نرم‌افزار ETS است را بررسی کرده و جهت ارسال به بخش پشتیبانی نرم‌افزار و رفع مشکلات احتمالی گزارش تهیه می‌کند.

۶ـ **Import/Export**: در این قسمت این امکان انتخاب وجود دارد که محتویات خروجی گرفتن از برنامه شامل چه قسمت‌هایی شود. مثلاً هنگام اکسپورت کردن، کاتالوگ‌ها هم همراه برنامه اکسپورت شود یا نه.

۷ـ **Shortcuts** : مانند هر نرم‌افزار دیگری، می‌توان در ETS از کلیدهای میانبر استفاده کرد. در این بخش می‌توان این کلیدها را تغییر داد.

۸ـ **Label Printer**: تنظیم لوگو هنگام خروجی گرفتن از برنامه. امکان تغییر لوگو نیز وجود دارد.



کار عملی ۲

واردکردن کاتالوگ‌های قطعات خانه هوشمند به داخل نرم‌افزار

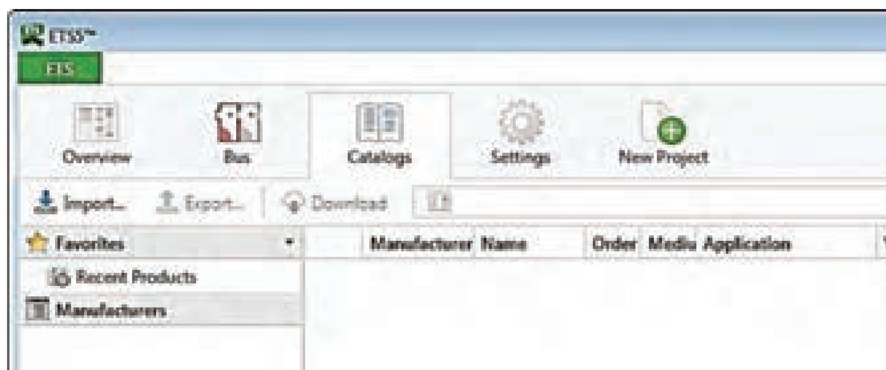
شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم کاتالوگ قطعات خانه هوشمند موجود در کارگاه را در نرم‌افزار وارد کنیم.

قطعاتی که مورد بررسی قرار می‌دهیم به شرح زیر است:

مراحل انجام کار عملی:

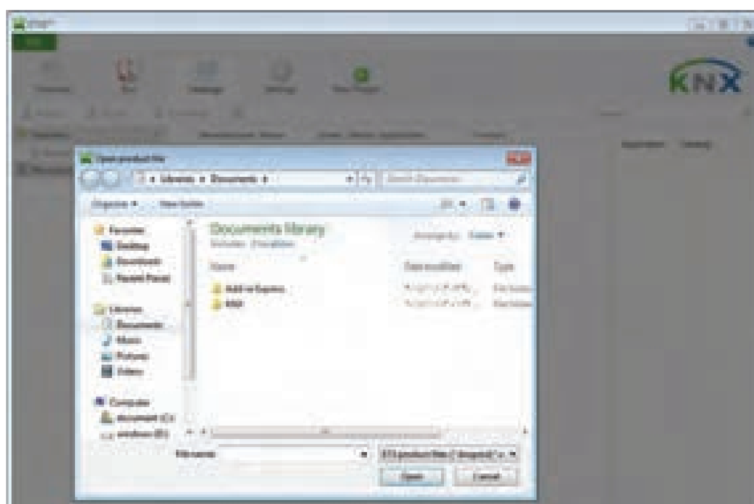
۱ـ ابتدا نرم‌افزار (ETS۵) نصب‌شده بر روی رایانه را اجرا کنید.

۲ـ بر روی زبانهٔ Catalogs کلیک کنید.



شکل ۲۵

۳ـ برای واردکردن کاتالوگ هر قطعه گزینه‌ی import را انتخاب کنید تا پنجره مربوط به کاتالوگ‌هایی که قبلاً بر روی رایانه ذخیره‌شده، باز شود.



شکل ۲۶

۴ـ کاتالوگ موردنظر را انتخاب و بر روی گزینه Open کلیک کرده تا کاتالوگ‌ها وارد نرم‌افزار شود. پسوند فایل‌ها Knxprod.* است.

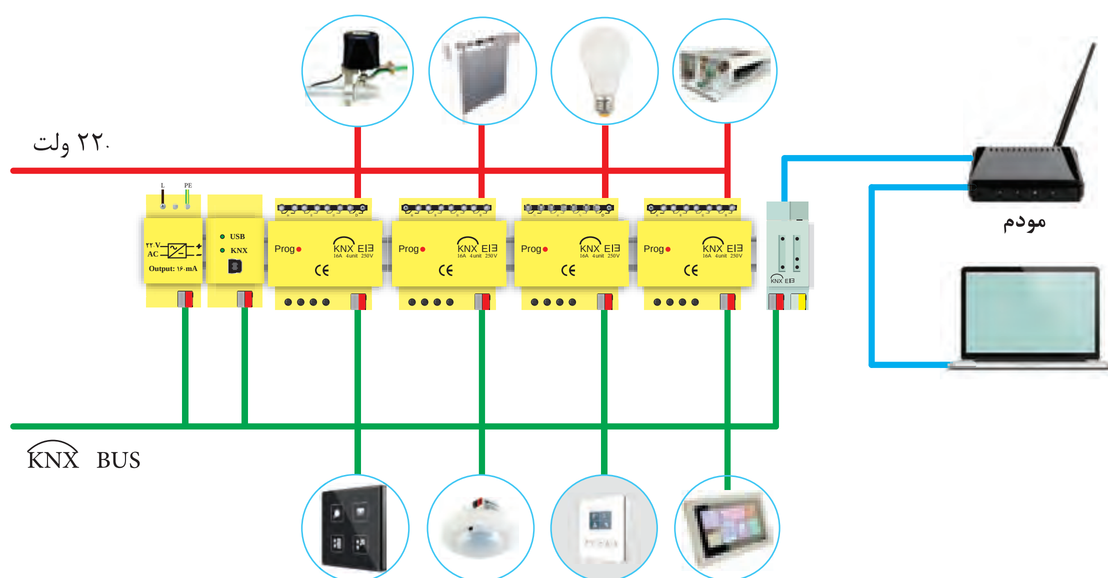
توجه کنید که اگر برای اولین بار می‌خواهید کاتالوگی را اضافه کنید، باید به سایت اینترنتی شرکت سازنده آن قطعه مراجعه کرده و در قسمت محصولات (Products) و یا در بخش دانلودها، قطعه مورد نظر را انتخاب و فایل مربوط به دیتا بیس آن قطعه را در یک پوشهٔ مشخص در رایانه ذخیره کنید.

۸ـ۲ـ ساختارهای ارتباطی

منظور از ساختار ارتباطی این است که نحوهٔ ارتباط بین تجهیزات خانه هوشمند چگونه و به چه شکلی باشد. به‌طور کلی تجهیزات خانه هوشمند را به دو روش می‌توان با یکدیگر مرتبط کرد یکی با سیم و دیگری بدون سیم.

۱ـ۸ـ۲ـ ساختار ارتباط باسیم:

یکی از قدیمی‌ترین و مطمئن‌ترین روش‌های ارتباطی بین تجهیزات، ارتباط باسیم می‌باشد. در این ساختار سرخط‌های روشنایی و مصرف‌کننده‌ها از بخش‌های مختلف یک واحد مسکونی هوشمند به یک تابلوی برق مرکزی ارتباط می‌یابند و در آنجا به فعال‌سازها متصل می‌شوند. در این روش، کلیدهای ورودی، فعال‌سازها و سانسورها با سیم به یکدیگر متصل می‌شوند.



شکل ۲۷

۲ـ۸ـ۲ـ ساختار ارتباط بی‌سیم :

در ساختار ارتباطی بی‌سیم، انتقال اطلاعات از طریق امواج الکترومغناطیس و یا نوری مادون‌قرمز انجام می‌پذیرد و در آن نیازی به کابل‌کشی مجزا وجود ندارد. در این روش سیگنال‌های تولیدشده توسط وسایل کنترل‌کننده، از طریق شبکه برق موجود در ساختمان و یا با کمک سیگنال‌های RF منتقل‌شده و در مقصد، دستگاه موردنظر را کنترل می‌نماید. از نکات قابل‌توجه در این ساختار ارتباطی، قابلیت اطمینان و امنیت اطلاعات و همچنین نویزپذیری احتمالی آن است.

به کمک ساختار ارتباطی بی‌سیم، می‌توان تمامی وسایل منزل را حتی زمانی که کسی در خانه نیست تحت کنترل داشت و این امر از طریق یک رایانه (و یا حتی با کمک تلفن همراه) و با کمک اینترنت از هر نقطه از دنیا میسر خواهد بود.

به دلیل اینکه تجهیزات ارتباطی بی‌سیم روی فرکانس خاص خود، کار می‌کند، با هیچ یک از دیگر وسایل بی‌سیم مثل تلفن‌های بی‌سیم، مودم‌ها و ... تداخل نخواهند داشت.



شکل ۲۸

۳ــ۸ــ۲ــ کنترل از طریق گوشی تلفن همراه و تبلت:

با استفاده از گوشی تلفن همراه و تبلت می‌توان به سیستم‌های هوشمند ساختمان دسترسی داشت و با اتصال به اینترنت از هر نقطه از جهان امکان برقراری ارتباط با آنها وجود داشته و کاربر می‌تواند علاوه بر مشاهده وضعیت ساختمان از قبیل میزان مصرف انرژی، روشنایی داخلی، درجه حرارت، وضعیت حضور، دوربین‌های امنیتی و ...، تغییرات مطلوب را نیز در سیستم اعمال کند. همچنین می‌توان برای سیستم‌های خانه هوشمند مشخص کرد که در صورت بروز حالت‌های خاص از طریق ایمیل و یا پیامک به کاربر هشدار داده شود.

با استفاده از گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها می توان:

۱ــ چراغ‌ها را روشن و خاموش کرد و وضعیت آنها را چک کرد.

۲ــ وضعیت درجه حرارت هر منطقه را مشاهده کرد و در صورت نیاز دستگاه‌های گرمایش و یا سرمایش را روشن و یا خاموش کرد.

۳ــ دوربین‌های مداربسته را مشاهده کرد.

۴ــ وضعیت سنسورهای حضور را بررسی کرد.

۵ــ داده‌های سنسورهای محیط را مشاهده کرد.

۶ــ در صورت نیاز «در» را از راه دور برای افراد باز کرد.

۷ــ سیستم‌های صوتی و تصویری در داخل ساختمان را کنترل کرد.

۸ــ وضعیت مصرف انرژی را مشاهده کرد.

۹ـ۲ـ پروتکل

پروتکل به مجموعه قوانینی گفته می‌شود که نحوهٔ ارتباطات تجهیزات هوشمند را قانونمند می‌کند. نقش پروتکل در شبکه‌های هوشمند، نظیر نقش دستور زبان برای انسان است. برای مطالعه یک کتاب نوشته شده به فارسی می‌بایست خواننده شناخت مناسبی از دستور زبان فارسی را داشته باشد. به عبارتی دیگر پُروتکل یعنی زبان ارتباطی یا زبان نرم‌افزاری مشترک بین تجهیزات.

به منظور ارتباط دو دستگاه در خانه هوشمند نیز باید هر دو دستگاه از یک پروتکل مشابه استفاده کنند. پروتکل‌های بسیار متعددی برای هوشمندسازی ساختمان وجود دارد.

۱ـ۹ـ۲ـ باس (BUS):

تمامی قطعات در خانه هوشمند با یک کابل (زوج سیم) به یکدیگر نصب (معمول‌ترین شکل نصب دستگاه‌ها) می‌شوند و بدین ترتیب تبادل اطلاعات میان آنها برقرار می‌شود. به این ارتباط فیزیکی Bus می‌گویند.

تصور کنید یک اتوبوس از ایستگاهی به ایستگاهی دیگر می‌رود و در طول روز این کار را تکرار می‌کند. سیم‌کشی باس از اصولی مشابه این حرکت پیروی می‌کند، سیم‌کشی قطعات خانهٔ هوشمند از یک نقطه شروع می‌شود و از قطعه‌ای به قطعهٔ دیگر می‌رود و تشکیل یک خط به نام باس را می‌دهد. در شکل ۲۹ خطوط سبز رنگ سیم‌کشی باس را نشان می‌دهند.

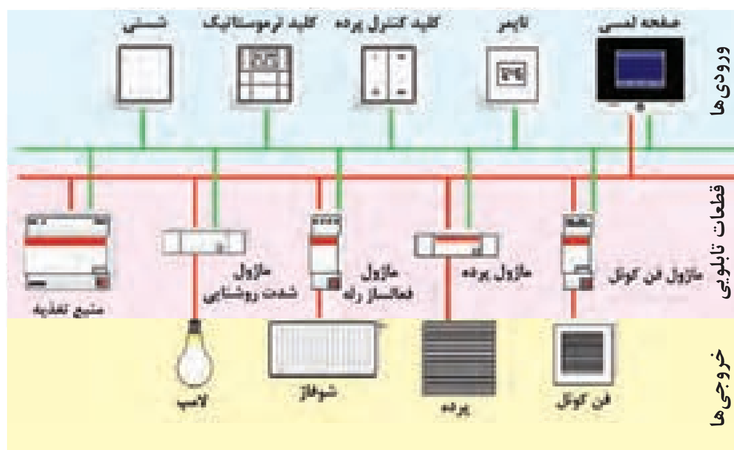


شکل ۲۹ـ خط باس

وقتی یک قطعه، داده‌ای را به قطعه دیگری می‌فرستد، ابتدا اطلاعات به «داده» تبدیل شده و سپس به‌صورت دیجیتال بر روی باس که همان کابل ارتباطی بین تجهیزات است، انتقال داده می‌شود. خط باس نقش گذرگاه برای عبور فرامین را دارد.

پس از لمس یک کلید ۴ پل لمسی، فرمان تولید و سپس به شکل یک فریم داده به یک عملگر (Actuator) بر روی باس ارسال می‌کند. به محض اینکه فعال‌ساز فریم داده را دریافت می‌کند، یک پیام تأیید را به سنسور فرستنده فرمان (همان کلید ۴ پل لمسی) برمی‌گرداند و سپس فرمان دریافت شده را اجرا می‌کند.

عملگرها (لامپ، پریزها و ...) برای فعال شدن نیاز به ولتاژ ۲۲۰ دارند لذا علاوه بر سیم‌کشی باس، به سیم‌کشی مدار قدرت ۲۲۰ ولت نیز نیاز است. خطوط قرمز رنگ در شکل ۳۰ این سیم‌کشی را به‌صورت شماتیک نشان می‌دهد.

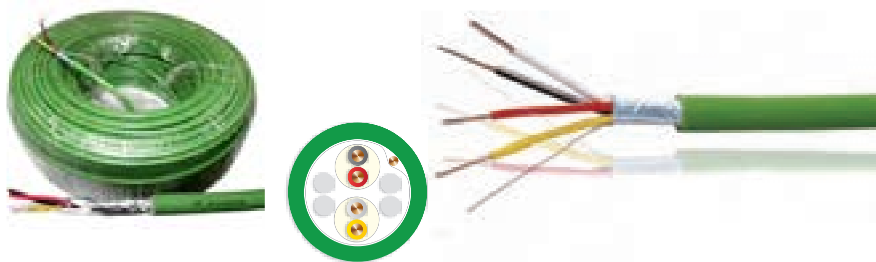


شکل ۳۰

سیم‌کشی باس با استفاده از کابل‌های زوجی، هم کار انتقال داده‌ها (دیتا) و هم تأمین برق تجهیزات هوشمند مثل فعال‌سازها و سنسورها را بر عهده دارد. ولتاژ نامی سیستم باس برابر با ۲۰ ولت است، درحالی‌که ولتاژ تأمین‌شده از جانب منبع تغذیه برابر با ۲۹ ولت است. تجهیزات باس در ولتاژهای ۲۰ ولت تا ۲۹ ولت بدون هیچ خطایی کار می‌کنند، درنتیجه تلرانس ۹ ولتی برای جبران افت ولتاژ کابل و مقاومت‌ها کافی است و فهم دیتا را امکان‌پذیر می‌کند.

۲ـ۹ـ۲ـ کابل:

بستر ارتباطی تجهیزات در خانهٔ هوشمند به‌صورت زوج سیم به هم تابیده (Twisted Pair) می‌باشد. این کابل دارای زوج سیم قرمزـ‌مشکی بوده که برای تأمین توان و انتقال دیتا مورداستفاده قرار می‌گیرد. زوج سیم زرد ـ سفید در حالت عادی آزاد است و در بعضی موارد برای انتقال توان به ماژول‌هایی که با جریان DC کار می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت جایگزینی این کابل با زوج سیم معمولی، امکان بروز اشکال در سیستم وجود دارد.



شکل ۳۱

جنس هادی‌های کابل از مس تعداد رشته‌ها و سایز کابل ارتباطی ۲×۲×۰/۸ mm و از نوع J-Y(St)Y می‌باشد. هادی آن می‌تواند مفتولی و یا رشته‌ای بوده و قطرهادی‌ها می‌تواند حداکثر تا ۱ mm افزایش یابد. این کابل مطابق با استاندارد IEC۱۸۹-۲ ساخته می‌شود.

در انتهای کابل، انشعاب‌ها و در نقاط اتصال به ماژول‌ها باید از کانکتور مخصوص(Bus Connector) استفاده شود. در شکل ۳۳ یک نمونه از این کانکتور را مشاهده می‌کنید. مزیت این نوع کانکتور، اتصال راحت کابل و همچنین برقراری دائمی باس ارتباطی می‌باشد.



شکل ۳۲



شکل ۳۳

همان‌طور که می‌دانید در سیستم‌های دیجیتال اطلاعات به‌صورت صفر و یک جابه‌جا می‌شوند. به عبارتی **برای روشن شدن یک لامپ، باید پیغامی ارسال شود که فعال‌ساز آن را بفهمد.** برای فعال‌ساز، یک مجموعه از اعداد از قبل تعریف‌شده که در صورت دریافت آنها عملی را انجام می‌دهد. مثلاً **اگر فعال‌ساز عدد یک را دریافت کرد لامپ را روشن و اگر عدد صفر را دریافت کرد لامپ را خاموش می‌کند.**

ایمنی

با حذف برق ۲۲۰ ولت از کلیدها، ضریب ایمنی ساختمان افزایش می‌یابد خطرات برق‌گرفتگی نیز کاهش می‌یابد.

تحقیق کنید

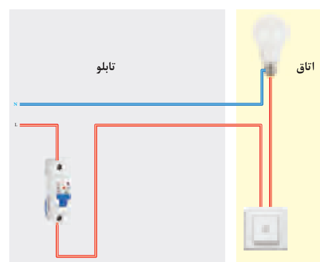


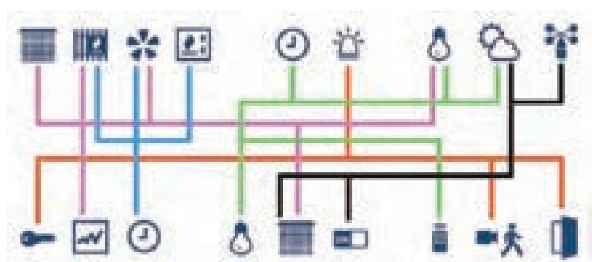
در مورد «شهر هوشمند» تحقیق کنید و به کلاس ارائه دهید.

۱۰ــ۲ــ تفاوت سیستم کنترل هوشمند و روش سنتی برق ساختمان

۱ــ۱۰ــ۲ــ سیم‌کشی به روش سنتی:

سال گذشته با روش سنتی سیم‌کشی ساختمان آشنا شدید. در این نوع سیم‌کشی برای هر یک از چراغ‌ها، کولر، فن تهویه و ... یک مدار جداگانه و مستقلی وجود داشت. شکل ۳۴ به‌صورت شماتیک نحوه سیم‌کشی بین قطعات مدار را نشان می‌دهد.

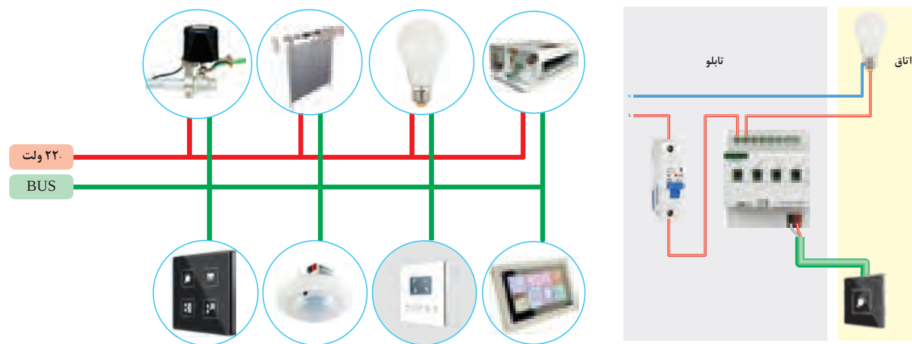




شکل ۳۴

۲ــ۱۰ــ۲ــ سیم‌کشی به روش هوشمند:

در شبکه هوشمند با ساختار «باسیم» برای اتصال تجهیزات برقی ساختمان مانند: روشنایی، سرمایش و گرمایش و ... ، از یک کابل انتقال داده (۲ رشته) بین ورودی‌ها و فعال‌سازها، استفاده می‌شود. در این نوع سیم‌کشی کلیهٔ فرمان‌ها بین تجهیزات با مدار فرمانی که از یک کابل (باس) تشکیل‌شده است، به هم مرتبط می‌شوند. همچنین انتقال توان از منبع تغذیه به مصرف‌کننده‌ها (خروجی‌ها) از طریق مدار قدرت با ولتاژ ۲۲۰ ولت است.



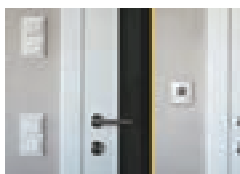
شکل ۳۵

تفاوت عمده‌ای که سیم‌کشی سنتی با هوشمند دارد، جداسازی مدار فرمان از قدرت است. به صورتی‌که عناصر کنترلی (نظیر کلید) دیگر در مسیر مدار قدرت قرار ندارند و فرمان‌های کنترلی از طریق این تجهیزات هوشمند بر روی باس مخابره شده و توسط قطعات فعالساز، اجرا می‌گردد. در سیم‌کشی به روش سنتی اجرا شود، با پدیده تعدد و شمار بالای کلیدهای سنتی امکان تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها و لوازم برقی وجود ندارد اما در خانه هوشمند، پس از سیم‌کشی نیز با تغییر در برنامه نرم‌افزاری، می‌توان نحوه‌ی کنترل لوازم برقی و روشنایی را تغییر داد. تفاوت دیگر خانه‌های خوشمند با خانه‌های معمولی در این است که تجهیزات برقی در خانه‌های هوشمند را می‌توان تفاوت‌ها را به صورت زیر فهرست کرد:

تفاوت‌های سیم‌کشی سنتی و هوشمند
مجزا بودن مدار فرمان از مدار قدرت در سیستم هوشمند
عدم وجود برق ۲۲۰ ولت در مدار فرمان(دیتا) و درنتیجه افزایش ایمنی در سیستم هوشمند
(امکان برنامه‌ریزی عملکردها در سیستم هوشمند (با توجه به جدا بودن مدارات
امکان تغییر برنامه و سناریوها(مثلاً تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها) با توجه به خواسته‌ی ساکنین
عدم وجود پیچیدگی سیم
مشاهده و کنترل تجهیزات برقی از هرجای خانه و حتی روی بستر اینترنت و ازدور
دارا بودن آدرس دهی قطعات در سیستم هوشمند
نمای زیبا و کاهش حجم نصب کلیدها

تفاوت‌های سیم‌کشی سنتی و هوشمند

مجزا بودن مدار فرمان از مدار قدرت در سیستم هوشمند
عدم وجود برق ۲۲۰ ولت در مدار فرمان (دیتا) و در نتیجه افزایش ایمنی در سیستم هوشمند
امکان برنامه‌ریزی عملکردها در سیستم هوشمند (با توجه به جدا بودن مدارات)
امکان تغییر برنامه و سناریوها (مثلاً تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها) با توجه به خواسته‌ی ساکنین
عدم وجود پیچیدگی سیم‌کشی هوشمند
مشاهده و کنترل تجهیزات برقی از هر جای خانه و حتی روی بستر اینترنت و از دور
دارا بودن آدرس‌دهی قطعات در سیستم هوشمند
نمای زیبا و کاهش حجم نصب کلیدها
اگر در ساختمان‌های امروزی و به‌ویژه در سطح زیربنای بالا که روشنایی‌های زیادی در ساختمان کار می‌شود سیستم روشنایی به‌صورت سنتی اجرا شود، با پدیده تعدد و شمار بالای کلیدهای سنتی در سطح دیوارهای داخلی ساختمان روبه‌رو هستیم اما با نصب یک کلید هوشمند در پذیرایی دیگر نیازی به نصب کلیدهای متعدد نیست و با برنامه‌ریزی بر روی این کلید هوشمند می‌توان کلیه فرامین و دستورات لازم برای روشنایی‌ها، پرده‌ها، سیستم سرمایش و ... را صادر کرد.



شکل۳۶-ب) همان خانه با کلید لمسی(خانه هوشمند)   الف)خانه سنتی

تحقیق کنید



سیم‌کشی سنتی و هوشمند را باهم مقایسه کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را فهرست کنید.



کار عملی ۳

کنترل یک لامپ به‌صورت روشن و خاموش (ON-OFF) توسط ماژول کلید یک پل لمسی هوشمند

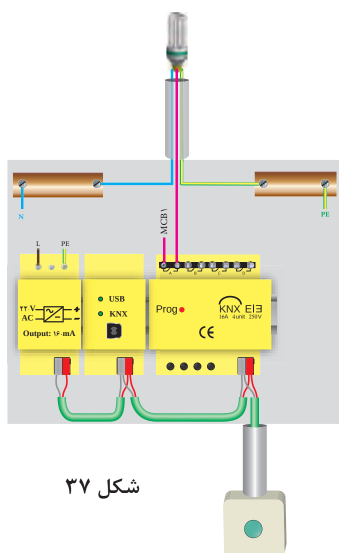
شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم توسط یک کلید لمسی هوشمند لامپ یک اتاق را کنترل (روشن/خاموش) کنیم. به‌طوری‌که با لمس کلید هوشمند لامپ روشن و با لمس مجدد آن لامپ خاموش شود.

مراحل انجام کار عملی:

۱ـ ابتدا با توجه به شرح کار، اقلام مورد نیاز را برای انجام این کار عملی فهرست کنید.

منبع تغذیه جهت تغذیه باس	ماژول فعال‌ساز	ماژول کلید لمسی هوشمند	ماژول درگاه USB
کابل باس KNX	کابل رابط	رایانه با نرم‌افزار ETS۵	لامپ و سرپیچ

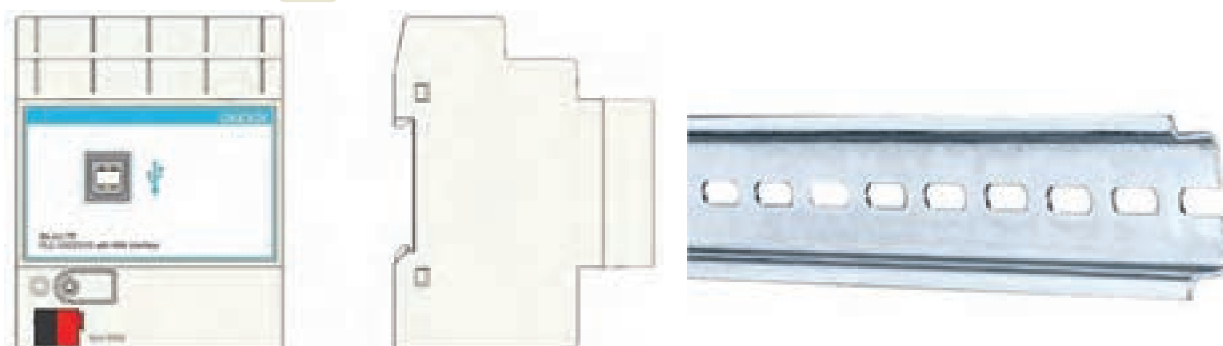
۲ـ سپس نقشه کار عملی را با توجه به شرح کار و اقلام استخراج‌شده از آن به‌صورت شکل ۳۷ ترسیم کنید.



شکل ۳۷

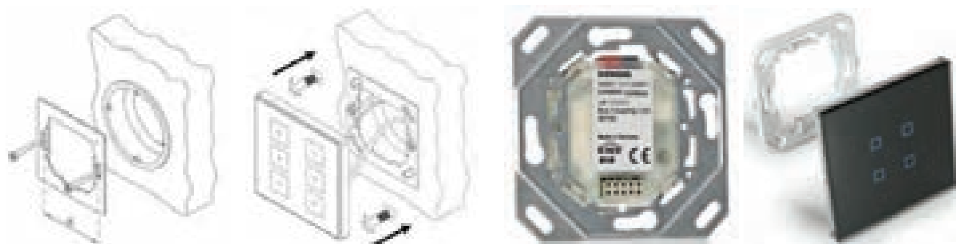
۳ـ اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

منبع تغذیه، فعال‌ساز رله و درگاه USB در تابلوی برق قرار می‌گیرند. به همین منظور این قطعات بر روی ریل مخصوص به نام DIN نصب می‌شوند.



شکل ۳۸

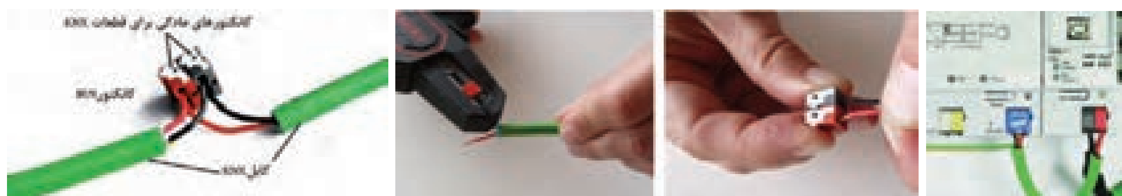
۴ـ کلیدهای لمسی هوشمند نیز خارج از تابلو و به صورت توکار (Flush Mount) نصب می‌شوند. برای دیدن نحوهٔ صحیح نصب هر قطعه باید به کاتالوگ آن مراجعه کرد. مثلاً کلیدهای هوشمند به‌صورت شکل ۳۹ که در کاتالوگ آمده نصب می‌شوند.



اگر به‌جای تابلوی آموزشی، کار عملی را در اتاقک پیش‌ساخته انجام می‌دهید، فرایند لوله‌کشی و قوطی‌گذاری توکار تفاوتی با سیم‌کشی توکار سنتی ندارد اما در مرحله سیم‌کشی، کابل KNX به‌صورت کلید به کلید کشیده می‌شود.



۵ـ توسط کابل باس، منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی متصل کنید. (شکل ۴۰) توجه کنید که اتصال کابل باس به‌تمامی روش‌ها امکان‌پذیر است و فقط کابل نباید به‌صورت حلقه بسته (اتصال ابتدا و انتها به هم) دربیاید.



شکل ۴۱

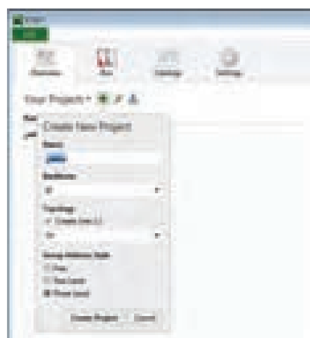
۶ـ توسط ۳ رشته سیم نمره $۱/۵\ mm^۲$ (فازـ نول ـ ارت) ، ماژول منبع تغذیه را به برق شهر متصل کنید. همچنین یک‌فاز را به ورودی یکی از رله‌های ماژول فعالساز رله متصل کرده و خروجی این رله را به لامپ متصل کنید. یک سیم نول هم مستقیماً به لامپ متصل کنید (در صورت نیاز به اتصال ارت در لامپ، جهت حفاظت حتماً سیم ارت را نیز به لامپ متصل نمایید). (دقت کنید که هیچ‌گاه نول به ماژول فعال‌ساز متصل نمی‌شود).

توجه

در کارهای عملی باید دقت کرد که جمع جریان مدار مصرف‌کننده (در این کار عملی لامپ‌ها) از جریان مجاز رلهٔ ماژول فعال‌ساز بیشتر نشود.

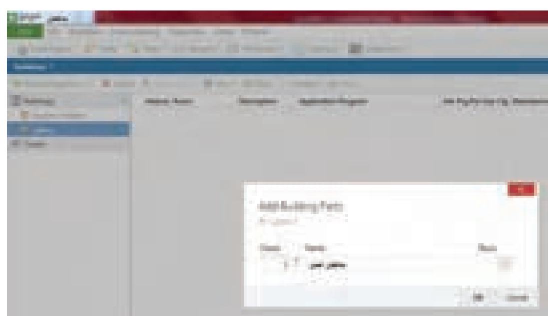
۷ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.

۸ـ روی علامت (+) کلیک کنید تا یک پروژه جدید ایجاد شود. زبانه‌ای برای نام‌گذاری و تنظیمات اولیه باز می‌شود. یک پروژه جدید با نام «ساختمان» ایجاد نمایید و در قسمت توپولوژی (Topology)، باس ارتباطی را از نوع زوج به‌هم تابیده[۱] انتخاب نمایید. با کلیک بر روی گزینه (Create Project) کلیک کرده تا پروژه ایجاد شود.



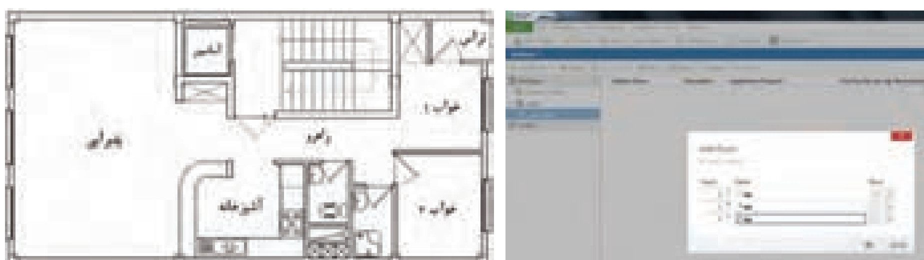
شکل ۴۲

۹ـ با کلیک بر روی نام پروژه، از گزینه Add building parts قسمت‌های ساختمان را اضافه کنید. این قسمت‌ها می‌تواند فقط شامل ساختمان اصلی (در این پروژه)، باشد.



شکل ۴۳

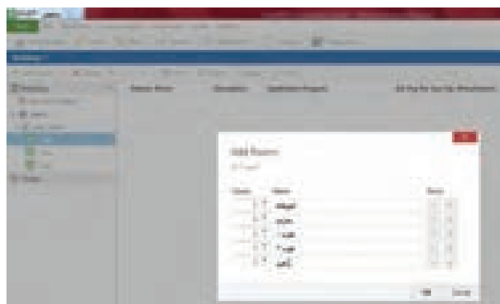
۱۰ـ در قسمت Add Floor تعداد طبقات ساختمان اصلی را اضافه کنید. یک ساختمان ۳ طبقه با یک واحد مسکونی در هر طبقه و هر واحد دارای پلان معماری شکل ۴۴ می‌باشد.



شکل ۴۴

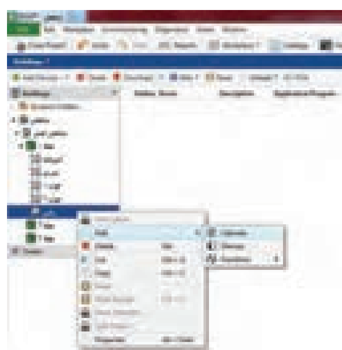
۱. Twisted Pair (Tp)

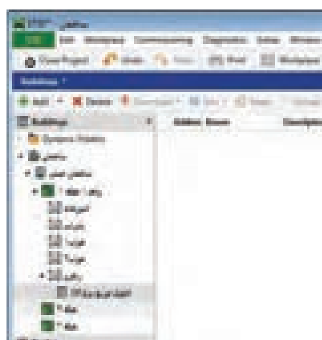
۱۱ـ در صفحه ساختمان (building) در محیط نرم‌افزار در طبقهٔ اول، بر روی گزینه Add Room+ کلیک کرده و فضاها و اتاق‌ها را طبق پلان معماری ایجاد نمایید. می‌توانید جهت افزایش سرعت، از قابلیت copy و paste نیز استفاده کنید.



شکل ۴۵

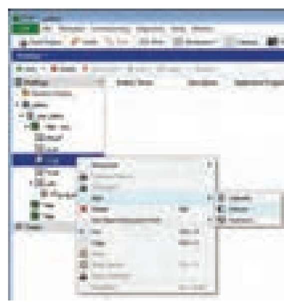
۱۲ـ در این کار عملی تابلوی توزیع برق (DP۱) را که در این نرم‌افزار Cabinet نام‌گذاری شده در راهرو جانمایی کنید. به همین منظور با انتخاب فضای راهرو در ساختمان، بر روی گزینه Add Cabinet کلیک کنید.

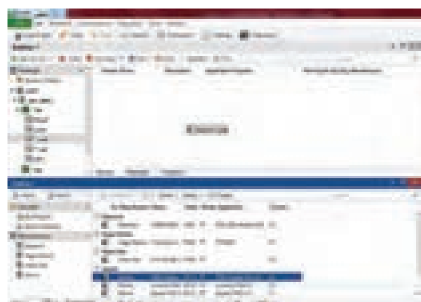




شکل ۴۶

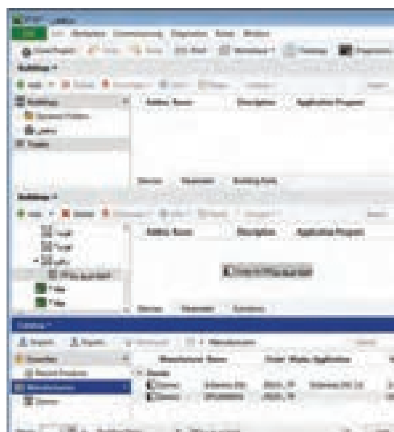
۱۳ـ حال نوبت افزودن تجهیزات کار عملی به داخل فضاهای تعریف‌شده در نرم‌افزار است. برای این کار فایل database هر یک از قطعاتی که در کار عملی ۲ که از سایت شرکت سازندهٔ آن قطعه، بارگذاری و در نرم‌افزار وارد کردید، در فضای موردنظر قرار دهید. به همین منظور اتاق‌خواب (۱) را انتخاب کرده و روی گزینهٔ Add+، (قسمت Device) کلیک کنید. در این حالت صفحهٔ مربوط به کاتالوگ‌ها باز می‌شود. کلید هوشمند لمسی را به داخل فضای اتاق‌خواب ۱ در نرم‌افزار بکشید (Drag) و رها کنید.





شکل ۴۷

۱۴ـ در این قسمت باید تجهیزات کار عملی که قرار است در تابلوی توزیع برق واحد (DP۱) قرار گیرند، به این تابلو اضافه کرد. برای این کاربر روی تابلوی (DP۱) کلیک کرده و با فشردن گزینه Add+ (قسمت Device)، صفحه کاتالوگ تجهیزات باز شده و از میان آنها یک منبع تغذیه و یک ماژول فعال‌ساز رله را انتخاب کرده و فایل مورد نظر را کشیده و به تابلوی برق بکشید (Drag).



شکل ۴۸

توجه

اگر از نسخه demo نرم‌افزار ETS۵ استفاده می‌کنید، حداکثر ۵ قطعه هوشمند را می‌توانید در هر کار عملی اضافه کنید.

۱۵ـ اکنون نوبت به تنظیم قطعات در نرم‌افزار می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه در زبانهٔ (Parameter) فعال نمایید. برای این کار، نیاز است که با توجه به مدل فعال‌ساز مورداستفاده، خروجی ۱ که با عباراتی همچون output یا realy معرفی می‌شود را فعال نمایید.

۱۶ـ تنظیمات موردنظر کلید هوشمند را انجام دهید. کلیدهای هوشمند، برخلاف کلیدهای معمولی و سنتی که صرفاً عملکردی ثابت دارند، می‌توانند مطابق نیاز کاربر برنامه‌ریزی شوند و کارهایی که برای آنها تعریف می‌کنید، انجام دهند. در این کار عملی قصد داریم کلید سمت چپ، لامپ را خاموش و کلید سمت راست، لامپ را روشن کند. برای این منظور تنظیمات را در ۲ کلید اول از کلید هوشمند انجام دهید.

۱۷ـ در سیستم باس KNX به‌منظور عملکرد صحیح و امکان برنامه‌ریزی تجهیزات، نیاز است تا هر دستگاه آدرس اختصاصی خود را داشته باشد. این آدرس با عددی سه رقمی به‌صورت xx.yy.zzz مشخص می‌گردد. با توجه به قابلیت نرم‌افزار ETS، خود نرم‌افزار در زمان اضافه شدن قطعات به پروژه، آنها را به ترتیب و بر روی خط باس شماره‌گذاری می‌نماید. اما کاربر نیز می‌تواند برای نظم‌دهی به کار عملی، آدرس‌ها را تغییر دهد. سعی کنید آدرس مربوط به هر قطعه را یادداشت کرده و یا به خاطر بسپارید. توجه کنید که هر قطعه فقط یک آدرس منحصر به فرد دارد.

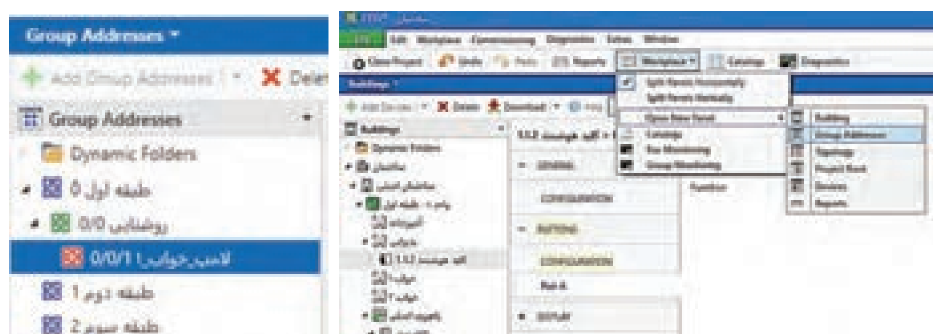
تحقیق کنید



این آدرس اختصاصی یا Individual Address باعث می‌شود تا سیستم KNX در ساختمان هوشمند، آرایشی گسترده و به هم پیوسته داشته باشد. در مورد این مفهوم تحقیق کنید و نتایج را در کلاس بررسی کنید.

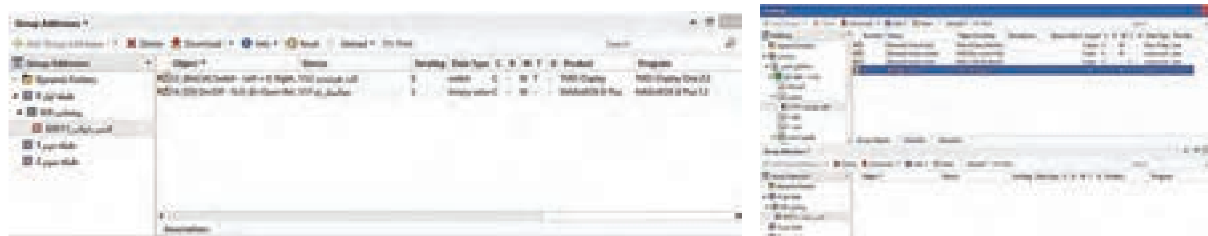
۱۸ـ حال نوبت به تخصیص آدرس‌های گروهی جهت برقراری ارتباط نرم‌افزاری بین تجهیزات می‌رسد. از آنجایی که قصد داریم یک چراغ را با یک کلید هوشمند کنترل کنیم، پس باید بین objectهای گروهی این دو قطعه (کلید و رله) ارتباط لازم را برقرار نماییم.

۱۹ـ یک آدرس گروهی برای کنترل لامپ تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. برای ایجاد آدرس گروهی به‌صورت دستی از پنجره آدرس‌های گروهی (Group Addresses) گزینه (add Main Group) را انتخاب کنید و یک گروه اصلی برای هر طبقه ایجاد کنید. سپس طبقه ۱ را انتخاب و برای آن یک گروه میانی (Middle Group) برای هر عملکرد (نظیر روشنایی، پرده‌ها، سرمایش و ...) بسازید. حال برای کنترل یک لامپ، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ ـ خواب ـ ۱» ایجاد نمایید.



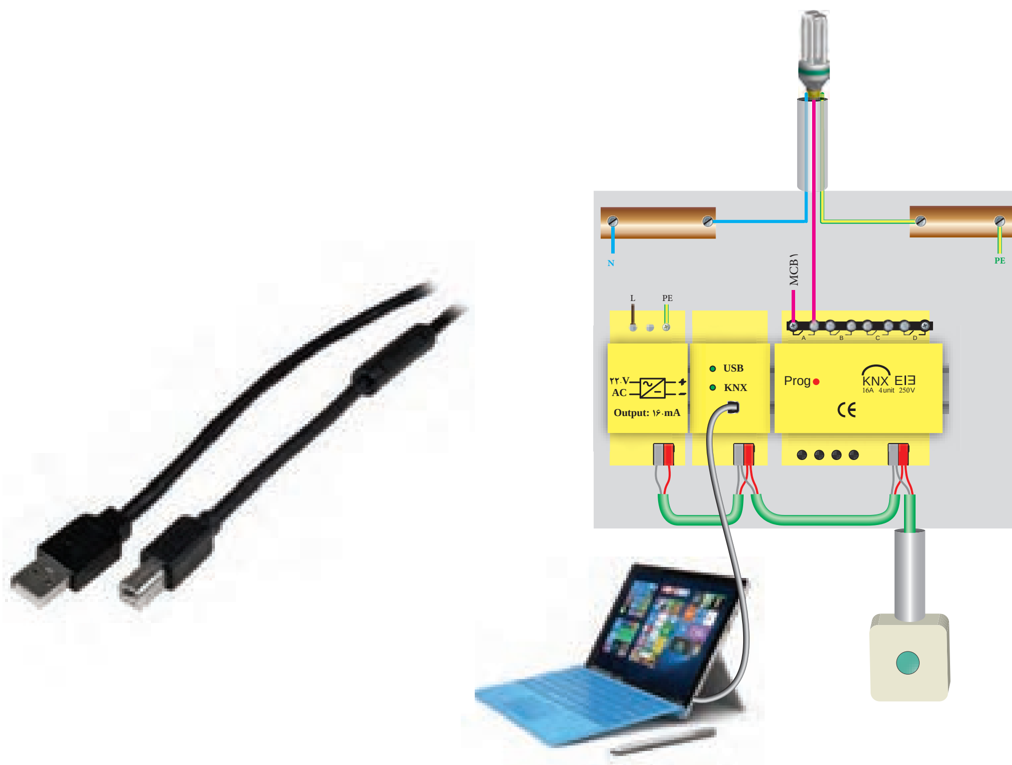
شکل۴۹

۲۰ـ بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به فرمان کلید هوشمند را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ خواب ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله‌زنی مربوط به رله ۱ را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید. به این صورت ارتباط نرم‌افزاری صدور و اجرای فرمان بین دو قطعه برقرار گردیده است.



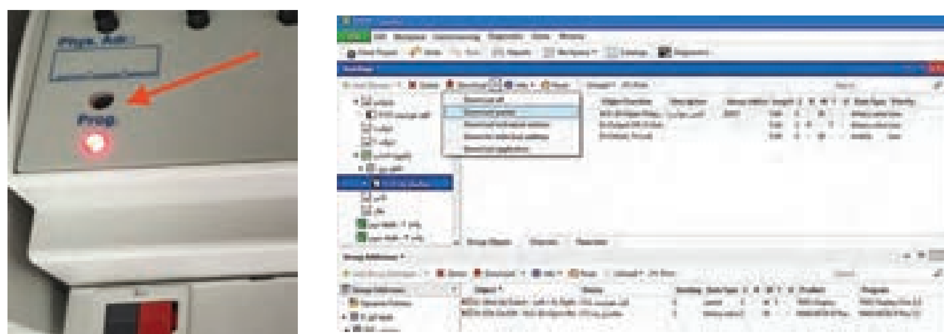
شکل ۵۰

۲۱ـ جهت انتقال برنامه نوشته شده به سخت‌افزار، ماژول ارتباط USB را در نرم‌افزار، به تابلوی توزیع برق واحد اضافه کنید و از طریق منوی Bus در صفحه اصلی نرم‌افزار، درگاه ارتباطی را به نرم‌افزار معرفی نمایید. توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید.



شکل ۵۱

۲۲ـ با استفاده از گزینه Download All (برای بار اول) و یا Download Partial (برای دفعات بعدی) برنامه‌ای که نوشته شده را بر روی سخت‌افزار انتقال دهید. در این حالت، نرم‌افزار به شما پیغامی مبنی بر فشردن دکمه شستی برنامه‌ریزی (Programming Button) می‌دهد و شما باید فقط شستی برنامه‌ریزی مربوط به آن قطعه را فشار داده و فعال نمایید.این عمل با فشار دادن شستی که روی قطعه تعبیه شده انجام می‌شود و در زمان فعال بودن حالت برنامه‌ریزی، چراغ LED قرمزرنگی در دستگاه مربوطه روشن می‌شود.



شکل ۵۲

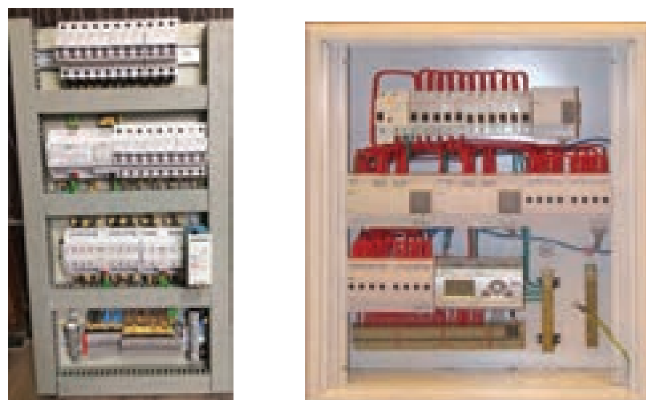
۲۳ـ استارت کرده و عملکرد برنامه را آزمایش کنید. برای این منظور با فشردن کلید هوشمند، یک فرمان توسط آن روی باس صادر شده و رله فعال‌ساز عمل کرده و فاز به لامپ وصل می‌شود و با توجه به اینکه نول مستقیم وارد لامپ شده، لامپ روشن خواهد شد. برای خاموش شدن لامپ نیز مجدد همان کلید هوشمند را فشار داده تا فرمان قطع صادر و کنترلر فاز لامپ را قطع کند.

تحقیق کنید



در مورد نرم‌افزار ETS Inside تحقیق کنید. این نرم‌افزار ویژه برای دسترسی سریع به برنامه‌ریزی پروژه توسط تلفن همراه و رایانه قابل همراه شده است. این نرم‌افزار چه مزایایی نسبت به نسخه رایانه‌ای دارد؟

توجه داشته باشید که منبع تغذیه، ماژول فعال‌ساز رله و ماژول ارتباط USB در داخل تابلوی توزیع واحد آپارتمان (DP) قرار می‌گیرند. برای این منظور داخل تابلوی توزیع برق یک ریل DIN علاوه بر ریل کلیدهای خودکار مینیاتوری، در داخل تابلو نصب می‌شود. روی این ریل منبع تغذیه، فعال‌ساز و ماژول‌های دیگر قرار می‌گیرند.



شکل ۵۳- دو نمونه تابلوی توزیع برق (DP)

۱۲-۲-معرفی قطعات خانه هوشمند

کلیدهای دیگری هستند که امکان کنترل و مشاهدهٔ تمام عملیات جداگانه در یک اتاق را فراهم می‌کند. عملیاتی مانند روشنایی، دیمرها، پرده برقی و تهویه مطبوع یک اتاق می‌تواند توسط یکی از این نوع کلیدها کنترل شود. صفحه‌نمایش مناسب با سمبل‌های گویا، امکان استفاده بدون آموزش را برای کاربران فراهم می‌کند. این کلیدها دارای ۲، ۴، ۶ و ۸ پل کلید لمسی هوشمند بوده و دارای صفحه‌نمایش اطلاعات و همچنین قابلیت اجرای سناریوهای متنوع را نیز دارند.
امکان استفاده از این کلیدها با فریم‌های مختلف وجود دارد و در این زمینه کاملاً انعطاف‌پذیر هستند. امکان انتخاب چهار رنگِ سفید هنری، سفید شیشه‌ای، سیاه شیشه‌ای و فلزی برای المان‌های کنترلی وجود دارد. صفحه‌نمایش نیز می‌تواند به‌رنگ‌های مشکی، آبی و نقره‌ای انتخاب شود.



شکل ۵۴ـ انواع کلیدهای لمسی

این کلیدها می‌توانند جایگزین چند کلید ترموستات در خانه‌های سنتی شوند.



تحقیق کنید

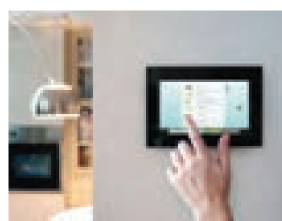
در چه صورتی می‌توان از کلید سنتی به جای ماژول کلید لمسی هوشمند استفاده کرد؟

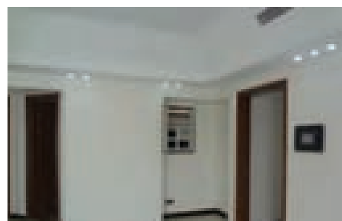
۱ـ۱۲ـ۲ـ صفحات لمسی (Touch Panel):

صفحه‌های تاچ برای کاربر امکان کنترل و مشاهده اطلاعات سیستم را فراهم می‌کند. با این صفحه می‌توان یک چراغ را روشن/خاموش و یا دیم کرده، پرده‌ها را کنترل، دمای محیط را تنظیم کرده و یا ترکیبی از موارد قبل را اجرا کرد.

صفحات لمسی امکانات زیر را می‌توانند فراهم کنند:

- تعریف تایمر و برنامه‌ریزی زمانی، هفتگی و ماهانه
- زیر نظر گرفتن و مشاهده تغییرات و مقادیر پارامترها و تهیه گزارش از آنها
- تولید سیگنال آلارم و ارسال هشدار از طریق تلفن همراه
- شبیه‌سازی حضور (روشن و خاموش کردن چراغ‌ها شبیه زمانی که شخصی در خانه حضور دارد)
- اتصال با تلفن همراه و کنترل از راه دور (اینترنت)
- مشاهده دوربین‌های مداربسته
- ارتباط آیفون تصویری و ارتباط صوتی داخلی در ساختمان





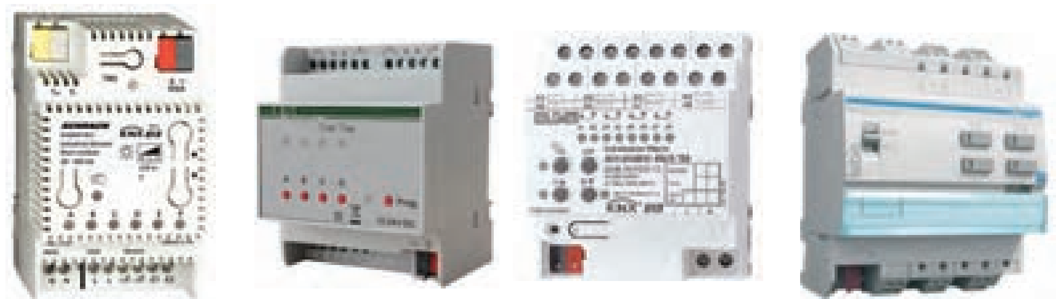
شکل۵۵ـ تاچ پنل

۲ـ۱۲ـ۲ـ ماژول تغییر شدت روشنایی لامپ (دیمر):

این ماژول به‌منظور تغییر میزان شدت روشنایی لامپ‌های رشته‌ای وهالوژن مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این‌ترتیب براساس نیاز می‌توان مقدار نور مورد نظر را برای یک لامپ تغییر داد. متداول‌ترین نوع این ماژول، نوع ۲ کاناله ۳۰۰ وات است که می‌تواند به‌طور مستقل شدت روشنایی دو لامپ رشته‌ای با توان کمتر از ۳۰۰ وات را کنترل کند. باید دقت کرد که لامپ‌هایی که قابلیت تغییر شدت روشنایی (dimmable) را ندارند (مانند لامپ فلورسنت، کم‌مصرف و ...) را نباید به این ماژول متصل کرد.

ماژول دیمر دیگری وجود دارد که با آن می توان شدت روشنایی لامپ‌های تخلیه در گاز، همچنین لامپ‌های LED را که دارای بالاست الکترونیکی هستند کنترل کرد. این بالاست، خروجی ۱ تا ۱۰ ولت دارد. میزان روشنایی با درصد مشخص شده و اینکه چه درصدی از روشنایی را در هرلحظه داشته باشد توسط برنامه

نرم‌افزاری ETS قابل برنامه‌ریزی است. معمولاً حداکثر جریان کاری هر کانال ۱۶ آمپر است.



شکل ۵۶

۳ـ۱۲ـ۲ـ ماژول کنترل پرده:

این ماژول برای کنترل موتورهای پرده طراحی‌شده است. با توجه به نوع موتور (AC یا DC) ماژول‌های متفاوتی وجود دارد. به کمک این ماژول امکان باز یا بسته‌کردن پرده و یا حتی تاریک و روشن‌کردن کرکره وجود دارد. با توجه به تعداد پرده‌ها، می‌توان برای کنترل مجزای ۲ تا ۴ پرده از این ماژول استفاده کرد.



شکل ۵۷

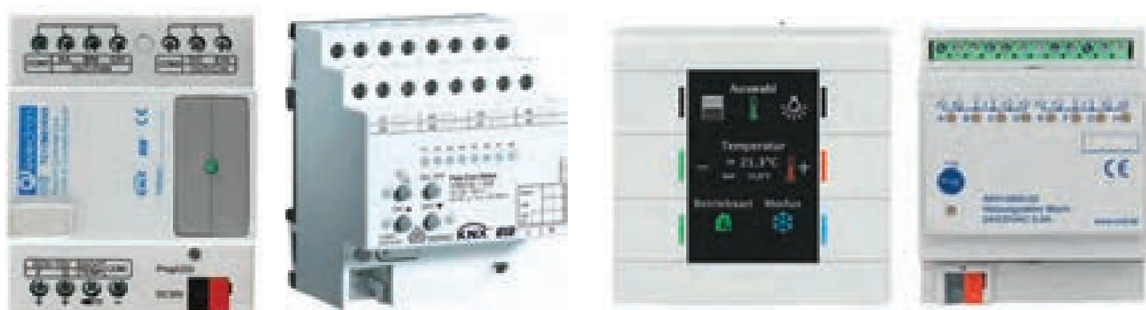
تحقیق کنید



در مورد ساختمان و اساس کار موتورهای الکتریکی پرده‌ها تحقیق کنید.

۴ـ۱۲ـ۲ـ ماژول فن‌کوئل (سرمایش- گرمایش):

به کمک این ماژول می‌توان دستگاه‌های حرارتی و یا برودتی مانند فن‌کوئل را کنترل کرد. خروجی فرمان ترموستات به این ماژول متصل شده و متناسب با آن سرعت و یا خاموش و روشن شدن فن‌کوئل کنترل می‌شود.



شکل ۵۸

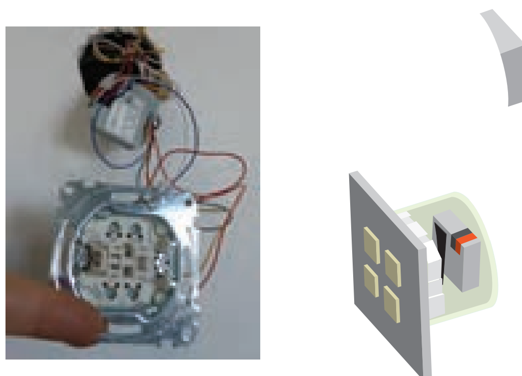
۵ـ۱۲ـ۲ـ ماژول رابط یونیورسال(Universal):

برای ارتباط لوازم و قطعات سیم‌کشی سنتی (مثلاً کلید) با سیستم KNX از این ماژول استفاده می‌شود. انواع مختلف این ماژول امکان ارتباط ۲ یا ۴ کلید قطع و وصل معمولی را فراهم می‌کند. به‌این‌ترتیب می‌توان به‌کمک کلیدهای معمولی فرامینی مانند خاموش/روشن، بالا/پایین، دیم و... را به سیستم منتقل کرد.



شکل ۵۹

نحوه قرارگیری این ماژول در سیم‌کشی سنتی به صورت شکل ۶۰ می‌باشد.



شکل ۶۰

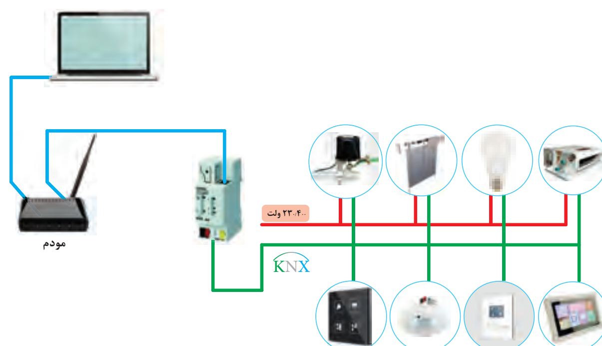
۶ـ۱۲ـ۲ـ ماژول رابط شبکه

به کمک این ماژول می‌توان برنامه نوشته‌شده در محیط نرم‌افزار ETS را روی تجهیزات منتقل کرد. این ماژول، دارای یک درگاه اترنت برای اتصال به شبکه کامپیوتری می‌باشد که قابلیت استفاده از راه دور را نیز برای ما فراهم می‌کند.



شکل ۶۱

طریقه ارتباط این ماژول با قطعات خانه هوشمند به‌صورت شکل ۶۲ می‌باشد.



شکل ۶۲

۱۳ـ۲ـ انواع توپولوژی‌های سیم‌کشی باس

منظور از توپولوژی باس این است که نحوۀ کابل‌کشی (زوج‌سیم) و ارتباط قطعات هوشمند به چه‌صورتی است. نحوۀ کابل‌کشی می‌تواند به‌صورت‌های مختلف ستاره‌ای‌ـدرختی و خطی باشد که در شکل ۶۳ هر سه نوع آن نشان داده‌شده است.



شکل ۶۳



کار عملی ۴

کنترل لامپ‌های پذیرایی

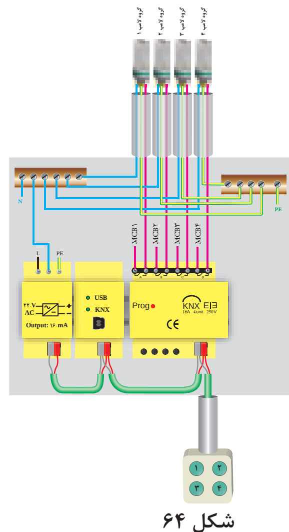
شرح کار عملی: همان‌طور که در پلان معماری نشان داده‌شده است این واحد مسکونی یک پذیرایی دارد لذا در این کار عملی می‌خواهیم از تابلوی توزیع که در راهرو قرار دارد، با یک کلید لمسی ۴ پل که هرکدام یک لامپ را کنترل(روشن/خاموش) می‌کند، استفاده کنیم.

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

کلید هوشمند لمسی ۴ پل	ماژول درگاه USB	منبع تغذیه	فعال‌ساز (رله) ۴ کاناله

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.



شکل ۶۴

۳ـ توسط کابل باس KNX (که یک کابل زوج به هم تابیده است)، منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی متصل کنید.

۴ـ مدار روشنایی دقیقاً مانند کار عملی ۱ می‌باشد. با این تفاوت که این بار ۴ لامپ (یا ۴ گروه لامپ) را کنترل می‌کنیم و به فعال‌ساز ۴ کانال نیاز دارید.

۵ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده‌اید را بازکنید.

۶ـ کلید هوشمند را در پذیرایی جانمایی کنید و در تابلوی توزیع برق واحد از ۴ خروجی رله فعال‌ساز ، هر یک برای یک لامپ استفاده کنید.

۷ـ اکنون مجدداً نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعالساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه فعال نمایید.

۸ـ سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و از زبانه Parameters به تنظیمات کلیدها دسترسی پیدا کنید. هر یک از پل‌های کلید را به‌صورت تکی تنظیم نمایید. هر پل کلید هوشمند را به‌صورت خاموش/روشن تنظیم کنید.

سؤال



به نظر شما استفاده از هرکدام از روش‌های جفتی یا تکی برای پل‌های کلید هوشمند، چه معایب و مزایایی دارد؟

۹ـ حال باید یک آدرس گروهی جدید برای عملکرد هر یک از لامپ‌ها با پل مربوطهٔ کلید تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید.یعنی برای کنترل لامپ دوم، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ‌ـ‌پذیرایی‌ـ۱» ایجاد نمایید.



شکل ۶۵

۱۰ـ بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به‌فرمان پل‌های دوم تا چهارم کلید را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ پذیرایی ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله زنی مربوط به رله‌ها را انتخاب نموده و به‌همان آدرس گروهی بکشید.

۱۱ـ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۲ـ عملکرد برنامه را روی مداری که بسته‌اید، آزمایش کنید.

۱۴ـ۲ـ حسگرها

حسگرها: حسگرها ابزارهایی به‌عنوان ورودی سیستم هستند که شرایط محیط را حس کرده و فرمانی به فعال‌ساز می‌دهند. حسگرها به دودسته آنالوگ و دیجیتال تقسیم‌بندی می‌شوند.لوکس‌متر،حسگر دما و رطوبت از نوع آنالوگ و سنسور حرکتی، سنسور دود و مگنت پنجره از نوع دیجیتال هستند. نمونه‌هایی از حسگرها در شکل ۶۶ نشان داده‌شده است.

حسگر حرکتی	حسگر شدت نور (سنجش لوکس)	حسگر دما
حسگر نشت گاز	حسگر رطوبت	مولتی سنسور

شکل ۶۶

شکل ۶۷ یک نمونه سنسور حرکتی را نشان می‌دهد . این سنسورها می‌توانند منطبق با پروتکل KNX باشند. همچنین نوع دیگری از سنسورهای حرکتی وجود دارد که به‌صورت ساده بوده و منطبق با پروتکل نیست لذا این سنسورها می‌توانند با یک ورودی دیجیتال به سیستم خانه هوشمند به‌عنوان یک ورودی متصل شوند. بعضی از کلیدها دارای ورودی دیجیتال هستند که می‌توان سنسور حرکتی ساده را به آنها متصل کرد.



شکل ۶۷



کار عملی ۵

کنترل یک لامپ به‌صورت روشن و خاموش (ON ـ OFF) توسط سنسور حرکتی

شرح کار عملی: اگر به فضای ورودی واحد مسکونی در پلان نمونه توجه نمایید، این فضا می‌تواند روشنایی خودکار داشته باشد به‌طوری‌که با حضور افراد لامپ این قسمت روشن شود.این مدار برای سرویس پله‌ای که روی پلان نشان داده‌شده مناسب است.

در این کار عملی با تشخیص حرکت افراد، چراغ‌ها روشن و اندکی پس از خروج، به‌طور خودکار خاموش می‌شوند. بدین ترتیب شعار «لامپ اضافی خاموش» به شعار «لامپ اضافی خودش خاموش می‌شود» تغییر می‌یابد و علاوه‌بر افزایش رفاه بهره‌برداران، باعث صرفه‌جویی بسیار زیادی در مصرف انرژی می‌شود.

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

ورودی دیجیتال	منبع تغذیه	فعال‌ساز (رله)	درگاه USB	سنسور حرکتی

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳ـ توسط کابل باس KNX (که یک کابل زوج به هم تابیده است)، منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی و ورودی دیجیتال متصل کنید.

۴ـ مدار روشنایی دقیقاً مانند کار عملی ۱ می‌باشد.

۵ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.

۶ـ در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. اگر نیازی به افزودن تجهیزات ندارید، مجدداً بررسی نمایید که قطعات لازم را در پروژه قرار داده‌اید.

۷ـ قطعه ورودی دیجیتال را در پروژه وارد نمایید. برخی تجهیزات تابلویی و کلیدهای هوشمند، مجهز به ورودی دیجیتال هستند و نیازی به قطعه اضافی نیست.

۸ـ اکنون مجدداً نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز، رله موردنظر را از طریق تنظیم قطعه فعال نمایید.

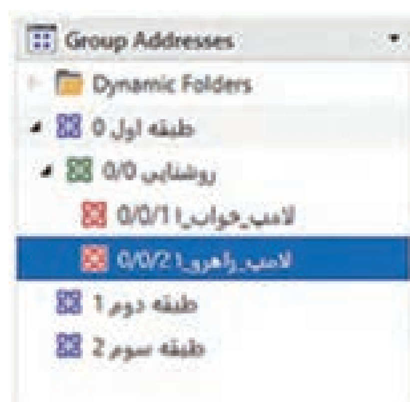
۹ـ سپس تنظیمات مربوط به سنسور و چگونگی عملکرد رله مربوطه را انجام دهید. رله را طوری تنظیم کنید که با عملکرد سنسور، رله فعال‌شده و پس از ۲۰ ثانیه (در صورت عدم دریافت پالس از سنسور)، غیرفعال شود.

سؤال



به نظر شما عملکرد سنسور لحظه‌ای است یا ماندگار؟ این عملکرد چگونه باید در سیستم هوشمند و خروجی‌ها بازتاب داشته باشد؟ به تأخیر در عملکرد سنسور نیاز دارید یا تأخیر در قطع رله؟ و این زمان تأخیر را چگونه تعیین می‌کنید؟

۱۰ـ یک آدرس گروهی برای عملکرد لامپ با سنسور تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. حال برای کنترل یک لامپ با سنسور، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ ـ راهروـ ۱» ایجاد نمایید.



شکل ۶۸

۱۱ـ بر روی ورودی دیجیتال یا قطعه دارای ورودی دیجیتال کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به‌فرمان سنسور را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ راهرو ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله‌زنی مربوط به رله ۲ را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید.

۱۲ـ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۳ـ عملکرد برنامه را آزمایش کنید. در صورت تشخیص حرکت، یک فرمان از طریق سنسور برای رله ارسال می‌شود و به این صورت رله می‌تواند با توجه به شرایط چراغ را روشن یا خاموش نماید. پس از مدت‌زمان تعیین‌شده و عدم‌تشخیص حرکت، چراغ باید خاموش شود.

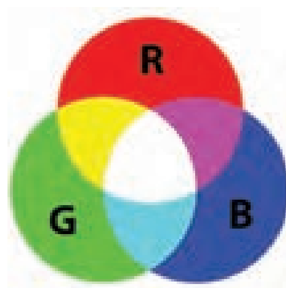
سؤال



آیا می‌توان روشی پیشنهاد داد که چراغ در صورت لزوم با کلید هوشمند کنترل شود و در مواقع دیگر از سنسور فرمان بگیرد؟

۱۵ـ۲ـ ضرورت کنترل روشنایی با توجه به نور محیط، شیوه کنترل و انجام آن

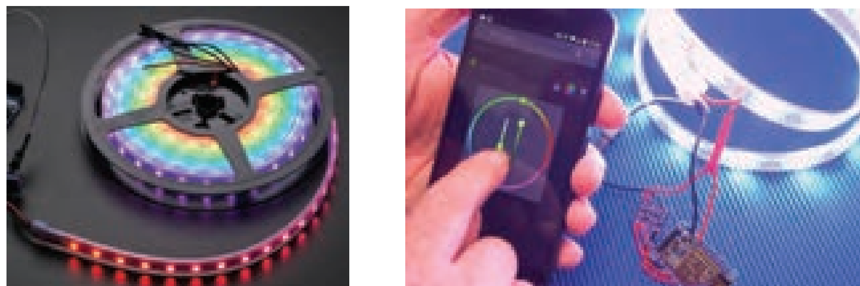
معمولاً با توجه به نور محیط در ساعات مختلف شبانه‌روز ساکنین خانه به‌صورت سنتی لامپ‌ها را روشن و یا خاموش می‌کنند.درواقع به‌جز دو حالت خاموش و روشن گزینه دیگری وجود ندارد.
اما روش دیگری وجود دارد که می‌توان میزان شدت نور را به‌اندازه دلخواه تنظیم کرد درنتیجه می توان در زمان‌های متفاوت با توجه به نور محیط، نور لامپ‌ها را دقیقاً در حد موردنیاز تنظیم کرد. این کار نه‌تنها سبب جذابیت نور محیط می‌شود بلکه مصرف انرژی را نیز کاهش می‌دهد.
اصطلاح «دیم‌کردن» (Dimming) به معنای کاستن و کم‌کردن است و دیمر به‌وسیله‌ای گفته می‌شود که برای کاهش شدت روشنایی چراغ‌ها به‌کاربرده می‌شود و این کار را با تغییر شکل موج ولتاژ اعمال‌شده برای متناسب کردن سطح ولتاژ لامپ، انجام می‌دهند. دیمرها برای انواع لامپ‌های سنتی و مدرن به‌کار می‌روند و البته اکنون در اکثر اوقات دیمرها در مورد لامپ‌های LED و فلورسنت کاربرد بیشتری دارند.
برای کاهش میزان شدت روشنایی لامپ‌های فلورسنت و LED ،باید بالاست‌های الکترونیکی و درایورهای این لامپ‌ها قابلیت دیم شدن را داشته باشند.
امکان تنظیم شدت نور در لامپ‌های LED با استفاده از کنترل سطح ولتاژ به کمک تغییر پهنای پالس نیز امکان‌پذیر است.یکی از روش‌های ساده استفاده از یک سیگنال آنالوگ بین ۱ تا ۱۰ ولت است که به عملگرها ارسال‌شده تا شدت نور، متناسب با سطح این ولتاژ DC تنظیم گردد؛ بدین ترتیب که ۱۰ ولت معادل با بیانیه شدت نور و یک ولت معادل کمینه شدت نور لامپ می‌باشد. این روش که ابتدا به‌منظور کنترل شدت نور لامپ‌های فلورسنت استفاده می‌شد، امروزه به یکی از رایج‌ترین روش‌ها در کنترل شدت نور لامپ‌های LED تبدیل‌شده است.
امروزه لامپ‌های LED با منابع نوری بارنگ‌های متنوع تولید می‌شود . رنگ نور این لامپ‌ها از سه رنگ اصلی قرمز(R)، سبز (G) و آبی (B) تشکیل‌شده که به همین دلیل به لامپ‌های RGB معروف هستند.همچنین نور این لامپ‌ها علاوه‌بر ۳ رنگ از ترکیب این سه رنگ نیز تشکیل‌شده است.



شکل ۶۹

این لامپ‌ها برای اجرای نورپردازی، و جهت استفاده به‌عنوان نور مخفی نیز مورداستفاده قرار می‌گیرند.کاربر می‌تواند با انتخاب رنگ دلخواه و با ایجاد طیف‌های متنوع نور ، قسمتی از خانه را به رنگ مورد سلیقه خود درآورد .

علاوه‌براین می‌توان با حرکت اتوماتیک و سرعتی که برای آنها تعیین می‌شود، طیف‌های مختلف و زیبایی را به حالت حرکت رنگ‌ها خلق کرده و باعث زیبایی و آرامش هرچه بیشتر محیط گردد.



شکل ۷۰



تحقیق کنید

در مورد انواع لامپ‌های موجود در بازار تحقیق کنید.
در یک جدول انواع آن‌ها را با هم مقایسه کنید.



کار عملی ۶

کنترل شدت روشنایی یک لامپ

الف) لامپ‌هالوژن

شرح کار عملی: یکی از راهکارهای جالب در خانه هوشمند، کنترل روشنایی بر مبنای میزان نور محیط است. در این روش کاربر با توجه به نور محیط برای بهره‌گیری از نور روز و کاهش مصرف انرژی می‌تواند میزان شدت نور دلخواه محیط را تنظیم کند. در این کار عملی می‌خواهیم شدت روشنایی یک لامپ را توسط کلید هوشمند کنترل(کم‌وزیاد) کنیم.

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

کلید هوشمند	منبع تغذیه	فعال‌ساز دیمر (کنترل شدت روشنایی)	درگاه USB

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.
۳ـ توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز دیمر و از آن به ماژول کلید هوشمند متصل کنید.
۴ـ مدار روشنایی را با اتصال فاز و نول به ورودی دیمر و اتصال فاز به چراغ و از چراغ به نول برقرار نمایید.
۵ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.
۶ـ در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. ماژول دیمر را از طریق پنجره catalogs به پروژه وارد نمایید.

۷ـ اکنون نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز دیمر،زبانه Parameters را بازنموده و ابتدا تنظیمات کلی قطعه دیمر را انجام دهید. معمولاً شما باید یک یا دو زمان دیم به قطعه بدهید تا در حالت‌ها یا سناریوهای مختلف بتوانید از زمان‌های مختلفی برای دیم کردن بهره ببرید و به نحوی معماری نور را پیاده کنید. سپس خروجی دیمر را با توجه به کانال مورداستفاده انتخاب نمایید. (تنظیمات کانال‌های دیمر در مدل‌های مختلف متفاوت است و بسته به شرکت سازنده، ممکن است امکانات حرفه‌ای‌تر و یا کمتری دراختیار شما باشد). معمولاً قطعات دیمر دو مدل هستند، یکی مدل‌های خاص که صرفاً از نوع مشخصی از بارهای روشنایی پشتیبانی می‌کنند (مثلاً اهمی، LED و...) که در این موارد باید از انطباق نوع لامپ مورداستفاده با قطعه مطمئن شوید؛ یا مدل‌های عمومی (Universal) هستند که می‌توانند از بارهای روشنایی RCL، کم‌مصرف قابل دیم یا LED قابل دیم پشتیبانی کنند. در این مورد، ابتدا باید نوع بار روشنایی را در نرم‌افزار مشخص نمایید. سپس گزینه مهمی که به شما اجازه می‌دهد دیمر را تنظیم کنید، انتخاب زمان دیم است که در مرحله قبلی تعریف نموده‌اید و حال از همان زمان‌ها می‌توانید برای کنترل دیمر استفاده نمایید. بقیه تنظیماتی که در تصاویر مشاهده می‌نمایید ممکن است در مدل‌های مختلف از شرکت‌های سازنده مختلف، متفاوت باشد. در مورد دیمر، معمولاً بهتر است که حتماً وضعیت دیمر را از سیستم فراخوان کنید و از آن برای کنترل حلقه بسته بهره ببرید. لذا در زبانه Channel C۱ Functions باید حتماً status را فعال نمایید و ازآنجا وضعیت دیمر را فراخوان نمایید.

۸ـ سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و از زبانه Parameters به تنظیمات کلیدها دسترسی پیدا کنید. یکی از پل‌ها (مثلاً پل سوم) را انتخاب کنید.نوع عملکرد این پل از کلید را به دیمر تغییر دهید. به این صورت، پل سوم کلید هوشمند فرمان کنترل دیم را صادر خواهد کرد. کنترل دیمر به این صورت است که در صورت نگاه‌داشتن کلید دیمر شروع به دیم روشنایی نموده و با برداشتن انگشت از کلید، دیم متوقف می‌شود. در صورت لمس لحظه‌ای و کوتاه‌مدت کلید، دیمر به‌طور کامل روشنایی را روشن یا خاموش خواهد نمود.

سؤال



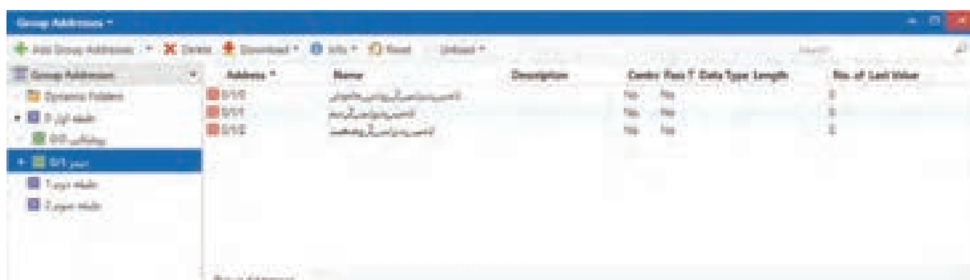
بعد از پایان کار عملی، عملکرد دیمر را دقیقاً بررسی نمایید و مطمئن شوید کلید به‌طور صحیح کار می‌کند. به نظر شما آیا راهی برای کنترل مستقیم دیمر و پرش به میزان روشنایی دلخواه وجود دارد؟

۹ـ حال باید آدرس‌های گروهی جدید برای عملکرد لامپ دیمر تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. یعنی برای کنترل لامپ دیمر، آدرس‌های گروهی لازم را تشکیل دهید. همان‌طور که می‌بینید تفاوتی که عملکرد دیمر با عملکرد روشن/خاموش دارد این است که علاوه بر عملکرد روشن و خاموش، شدت روشنایی نیز توسط دیمر تغییر می‌کند. پس به نظر می‌آید برای کنترل لامپ دیمری، نیاز به آدرس‌های گروهی بیشتری می‌باشد. برای کنترل دیمر توسط کلید هوشمند، حداقل به آدرس‌های گروهی زیر نیاز داریم:

- آدرس گروهی برای کنترل روشن/خاموش (فشردن لحظه‌ای کلید)
- آدرس گروهی برای کنترل دیمر با کلید (فشردن ممتد کلید)
- آدرس گروهی وضعیت روشنایی دیمر (برحسب درصد)

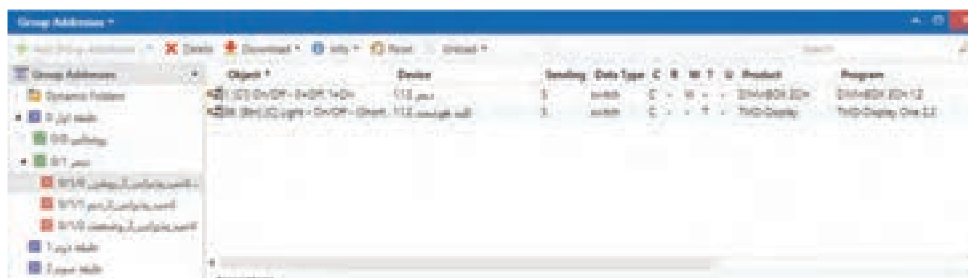
در دسته گروه میانی، یک گروه میانی جدید با عنوان دیمر اضافه کنید. در گروه اصلی طبقه اول و در گروه میانی

دیمر، یک آدرس گروهی به نام «لامپ ـ پذیرایی ـ۲ـ روشن ـ خاموش» ایجاد نمایید. به همین ترتیب آدرس‌های گروهی «لامپ‌ـ پذیرایی‌ـ۲ـ دیم» و «لامپ‌ـپذیرایی‌ـ۲ـ وضعیت» را اضافه نمایید.



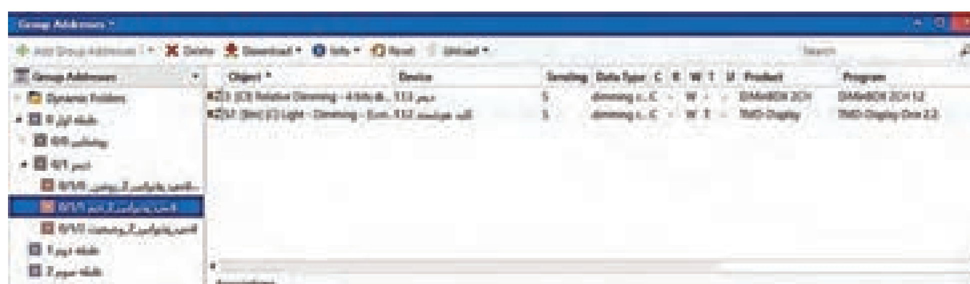
شکل ۷۱

بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به‌فرمان روشن/خاموش (لمس لحظه‌ای) پل سوم کلید (دیمر) را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ پذیرایی۲ـ روشن ـ خاموش بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز دیمر کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان روشن/خاموش مربوط به کانال ۱ دیمر را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید.



شکل ۷۲

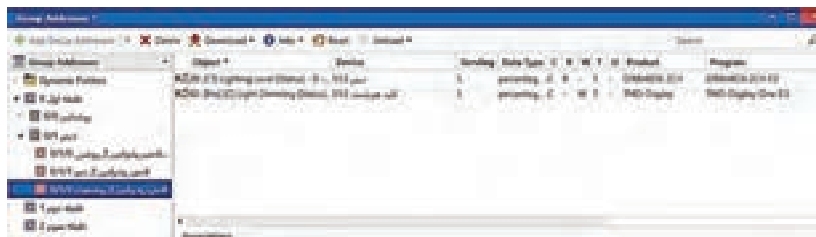
حال نوبت به دو آدرس گروهی بعدی می‌رسد، پس مجدداً بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و واحد ارتباطی مربوط به دیم (لمس بلندمدت کلید) را به آدرس گروهی مربوط به دیم بکشید؛ سپس با انتخاب قطعه فعال‌ساز دیمر، واحد ارتباطی مربوط به دیم کانال ۱ را به همان آدرس گروهی انتقال دهید.



شکل ۷۳

همین روند را باید برای وضعیت دیمر تکرار کنیم. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و با انتخاب واحد ارتباطی

وضعیت دیمر (Status Dimming) آن را به آدرس گروهی وضعیت انتقال دهید. با کلیک بر روی قطعه دیمر، واحد ارتباطی مربوط به وضعیت را انتخاب نموده و به آدرس گروهی مربوطه انتقال دهید. به‌این‌ترتیب، کنترل دیمر در نرم‌افزار پیاده شده است.



شکل ۷۴

۱۱- توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

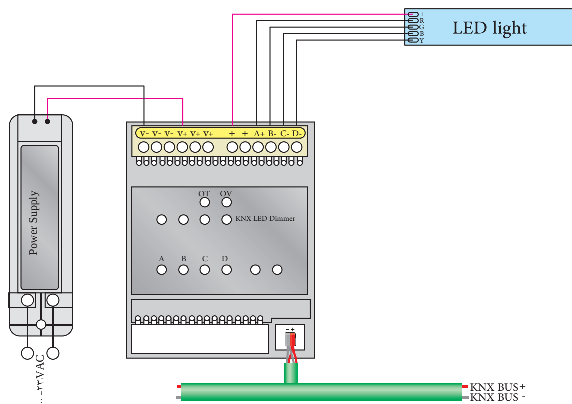
۱۲- عملکرد برنامه را آزمایش کنید. مطمئن شوید که کلید در حالت‌های لمس کوتاه‌مدت و نگه‌داشتن (بلندمدت) فرمان صحیح را ارسال نموده و دیمر را کنترل می‌نماید.

ب) لامپ LED

شرح کار عملی: همان‌طور که دیدیم، یکی از راهکارهای جالب در خانه هوشمند، کنترل روشنایی بر مبنای میزان نور محیط است. با توجه به پیشرفت فنّاوری و اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی، امروزه روشنایی‌های LED جایگزین لامپ‌های قدیمی شده‌اند و در کنار مزایایی همچون کاهش مصرف انرژی ، توانسته‌اند جایگاه خود را در نورپردازی حرفه‌ای و ایجاد محیط‌های دلخواه پیدا کنند. در این کار عملی، می‌خواهیم شدت روشنایی لامپ LED را کنترل(دیم) کنیم.

دستور کار:

۱ـ مدار روشنایی را بااتصال سیم‌های ـ و + از منبع تغذیه ۱۲ DC ولت و اتصال رشته‌های ـ و + از خروجی دیمر LED به رشته LED برقرار نمایید.



شکل ۷۵

۲ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.
۳ـ در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. ماژول دیمر LED را از طریق پنجره catalogs به پروژه وارد نمایید. معمولاً ماژول‌های دیمر LED در مدل‌های سه و چهار کانال عرضه می‌شوند تا قابلیت کنترل LEDهای رنگی را نیز در اختیار شما قرار دهند.
۴ـ حال ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز دیمرLED، زبانه Parameters را بازنموده و ابتدا تنظیمات کلی قطعه را انجام دهید. در زبانه Configuration فرکانس ۶۰۰ هرتز را برای PWM انتخاب نمایید و کانال ۱ را فعال کنید. دقت کنید که برای کنترل LED تک‌رنگ، باید تنظیم کانال‌های دیمر LED را بر روی ۴ کانال مجزا قرار دهید. سپس تنظیمات کانال ۱ را انجام می‌دهیم. مجدداً باید زمان‌های دیم‌کردن را برای کانال موردنظر تعریف کنید و همچنین باید حتماً objects status را فعال نمایید تا بتوانید در صورت لزوم، وضعیت دیم را فراخوان کنید. در زبانه status objects تنظیمات را به‌نحوی تغییر دهید که با تغییر مقدار دیم، در همان لحظه وضعیت به سیستم مخابره شود. این امکان، اجازه می‌دهد که بعداً بتوانید در سیستم‌های مانیتورینگ، حتی از راه دور از وضعیت خروجی‌های مختلف باخبر شوید.
۵ـ سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. تنظیمات کلید برای دیم LED دقیقاً مانند تنظیمات کلید دیمر است.

سؤال

به نظر شما بهترین راه برای کنترل مستقیم دیمرLED از طریق نرم‌افزارهای تلفن همراه چه راهی است؟

۶ ـ حال باید آدرس‌های گروهی جدید برای عملکرد دیمرLED تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید.آدرس‌های گروهی دقیقاً مانند دیم چراغ خواهد بود.
در دسته گروه میانی، یعنی گروه میانی دیگر، در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ ـLEDـ لابی ـ روشن ـخاموش» ایجاد نمایید. به همین ترتیب آدرس‌های گروهی «لامپ ـ LEDـ لابی ـ دیم» و «لامپـLED ـ لابی ـ وضعیت» را اضافه نمایید.

Address	Name	Description	Centr	Pass T	Data Type	Length	No. of	Last Value
0/1/0	[illegible]		No	No	switch	1 bit	2	
0/1/1	[illegible]		No	No	dimming...	4 bit	2	
0/1/2	[illegible]		No	No	percenta...	1 byte	2	
0/1/3	[illegible]		No	No			0	
0/1/4	[illegible]		No	No			0	
0/1/5	[illegible]		No	No			0	

شکل ۷۶

در پایان لینک‌های مربوطه جهت کنترل روشنایی LED با کلید را برقرار کنید.
۷ـ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

34	[1] Switch On/Off	0=Off, 1=On	لامپ_LED_روشن_خاموش_لامپ	0/1/3	1 bit	C	-	W	-	-	switch	Low
35	[1] Relative Dimming	4-bits Dimmer Control	لامپ_LED_دیم_لامپ	0/1/4	4 bit	C	-	W	-	-	dimming c...	Low
36	[1] Absolute Dimming	1-byte Dimmer Control			1 byte	C	-	W	-	-	percentag...	Low
50	[1] On/Off (Status)	0=Off, 1=On			1 bit	C	R	-	T	-	switch	Low
51	[1] Dimming Value (Status)	0 - 100%	لامپ_LED_وضعیت_لامپ	0/1/5	1 byte	C	R	-	T	-	percentag...	Low

شکل ۷۷

60	[Btn] [C] Light Dimming (Status)	0 – 100%	لامپ_پذیرایی_2_وضعیت	0/1/2	1 byte	C	-	W	T	-	percentag...	Low
68	[Btn] [D] Light - On/Off	(Short press) Left = O...	لامپ_LED_روشن_خاموش_لامپ	0/1/3	1 bit	C	-	-	T	-	switch	Low
69	[Btn] [D] Light - Dimming	(Long press) Left = O...	لامپ_LED_دیم_لامپ	0/1/4	4 bit	C	-	W	T	-	dimming c...	Low
72	[Btn] [D] Light Dimming (Status)	0 – 100%	لامپ_LED_وضعیت_لامپ	0/1/5	1 byte	C	-	W	T	-	percentag...	Low

شکل ۷۸

۸ ـ عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

۱۶ـ۲ـ معرفی سناریو و تعریف انواع سناریوها (کنترل روشنایی، خروج از خانه و ....)

۱ـ۱۷ـ۲ـ سناریو در خانه هوشمند(Scenario)

یکی از بهترین امکانات قابل ارائه در خانه هوشمند این است که کاربر می تواند بنابر نیازهای متفاوت خود، مجموعه‌ای از اتفاقات را به‌صورت یک‌جا (هم‌زمان) با فشردن یا لمس یک کلید و یا ارسال یک پیامک از هر نقطه از دنیا کنترل کند و این کار با اجرای سناریو امکان‌پذیر است.
به‌عبارتی‌دیگر، به مجموعه کارهایی که با فشردن و یا لمس یک دکمه به‌صورت خودکار و پشت سرهم انجام می‌شود، سناریو گفته می‌شود.
اجرای سناریوها در هر خانه هوشمند ممکن است متفاوت باشد اما مهم‌ترین سناریوهای به‌کاررفته در خانه هوشمند عبارت‌اند از :

- سناریوی ورود به منزل
- سناریوی خواب
- سناریوی خروج از منزل
- سناریوی سفر

طراحی مناسب و استفاده بهینه از هر قطعه در خانه هوشمند می‌تواند در کاهش چشمگیر مصرف انرژی ـ زیبایی ساختمان ـ آسودگی و امنیت ما تأثیر به‌سزایی داشته باشد .



شکل ۷۹

۲ـ۱۷ـ۲ـ انواع سناریو:

سناریوها انواع مختلفی دارند که در زیر چند نمونه از این سناریوها تشریح شده است.

سناریوی ورود به خانه:

این سناریو بر طبق برنامهٔ ورود به منزل، قبل از رسیدن به خانه،سیستم‌های سرمایش و گرمایش را فعال کرده و دما را به‌حد دلخواه می‌رساند که این امر اثر به‌سزایی در صرفه‌جویی در مصرف انرژی خواهد داشت. همچنین سیستم امنیتی در هنگام ورود به منزل طبق سناریوی ورود غیرفعال خواهد شد. البته این سیستم قابلیت گسترده شدن را دارد و می‌توان اعمالی مثل روشن شدن قهوه‌جوش و بالا رفتن پرده‌ها و... را به آن اضافه کرد. هنگام ورود به خانه نیز چراغ‌های مسیرتان روشن می‌شود .

سناریوی خواب(Sleep Mode):

در این سناریو، تمام چراغ‌های خانه خاموش شده و فقط چراغ‌خواب‌ها روشن می‌شوند و تمامی پرده‌ها نیز بسته خواهند شد در صورت بازشدن درهای ورودی خانه و پارکینگ باعث به‌صدا درآمدن آژیر می‌شود. بدین ترتیب ساکنین از این وضعیت در خانه باخبر می‌شوند.

سناریوی خروج از خانه (Exit Home) :

این سناریو مشابه سناریوی سفر است با این تفاوت که برای خروج از خانه در مدت کم و در حدود چند ساعت این حالت فعال می‌شود. تنها تفاوت این سناریو با سناریوی سفر، عدم بستن شیر آب و گاز در خانه می‌باشد. این حالت برای جلوگیری از خاموش شدن بخاری گازی، آب‌گرم‌کن، اجاق‌گاز و... در هنگام خروج موقتی از خانه می‌باشد.

هنگام خروج از خانه، با اجرای این سناریو، چراغ همه اتاق‌ها خاموش، پرده‌ها بسته ،سیستم سرمایش و گرمایش به حالت صرفه‌جویی می‌رود و اگر فراموش‌شده باشد که اتو و قهوه ساز خاموش شود، کافی است تا به‌راحتی با

گوشی تلفن همراه از راه دور برق این دو وسیله قطع شود.
سناریوی سفر (Travel Mode):
فقط کافی است هنگام خروج از خانه کلید سناریوی سفر را بزنید. خانه هوشمند بر اساس سناریوی مسافرت، می‌تواند شیر اصلی آب و گاز ، چراغ‌ها و سیستم تهویه را قطع کند، کلیه وسایل برقی در خانه به‌جز یخچال و فریزر را خاموش می‌کند. پرده‌ها را می‌بندد، دوربین‌های مداربسته، سیستم اعلام سرقت و سیستم اعلام و اطفای حریق را فعال می‌کند و درها را قفل می‌کند.
این امکان وجود دارد که خانه هوشمند در نبود صاحب‌خانه، با روشن و خاموش کردن تصادفی چراغ‌ها، باز و بسته کردن پرده‌ها و روشن‌کردن تلویزیون را شبیه‌سازی می‌کند تا نبود صاحب‌خانه در منزل برای مدت طولانی توجه سارقین را جلب نکند .

شکل ۸۰

در خانه هوشمند با توجه به استفاده بهینه از تجهیزات ، طول عمر مفید آنها افزایش می‌یابد.

۱۷ــ۲ــ حسگر سنجش لوکس(شدت روشنایی)

از این حسگرها برای مدیریت روشنایی بر اساس شدت روشنایی طبیعی موجود در محیط (نور روز) استفاده می‌شود. همان‌طور که می‌دانید روشنایی فضاهای مختلف خانه تحت تأثیر نور روز قرار می‌گیرد و با توجه به نور خورشید می‌توان تعدادی از چراغ‌ها را خاموش کرد. با تعیین محل مناسب برای حسگر سنجش لوکس این امکان به وجود می‌آید که در ساعاتی در روز که نور مناسبی در فضای اتاق وجود دارد به کمک این حسگر و بافرمان به ماژول‌های خانه هوشمند ، تعدادی از چراغ‌ها خاموش شود.مقدار لوکس این حسگرها قابل تنظیم است.

شکل ۸۱

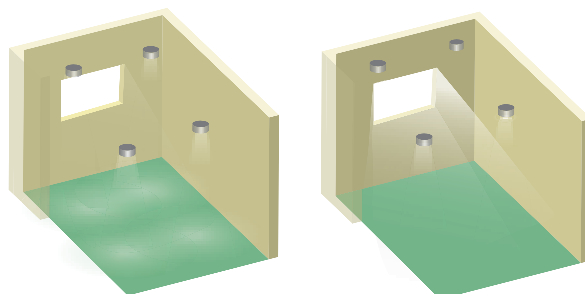

کار عملی ۷

کنترل شدت روشنایی اتاق، با استفاده از سنسور میزان شدت روشنایی نور محیط

الف)لامپ‌هالوژن

شرح کار عملی: همانطور که دیدیم، کنترل شدت روشنایی با توجه به نور محیط، تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی و ایجاد شدت روشنایی استاندارد در محیط دارد. برای این منظور اگر از سنسور لوکس در فضای مورد نظرمان بهره ببریم، می‌توانیم بدون دخالت کاربر، و کاملاً به‌صورت خودکار، همیشه میزان نور دلخواه را در محیط داشته باشیم.

مدار را طوری طراحی کنید که در صورت کم بودن نور محیط، چهار لامپ روشن شوند و با افزایش شدت نور محیط (جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی) دو تا از لامپ‌ها به صورت خودکار خاموش شوند.



شکل ۸۲

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

کلیدهوشمند	منبع تغذیه	فعال‌ساز رله یا دیمر (کنترل شدت روشنایی)	سنسور شدت نور محیط (لوکس‌متر)

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳ـ مدار اتصال دو لامپ و سیستم هوشمند را همانند کارهای عملی قبلی برقرار نمایید. اگر سنسور شدت نوری که در اختیار دارید از نوع هوشمند و بااتصال KNX می‌باشد، باید اتصال قطعه را به سیستم KNX برقرار کنید؛ و اگر سنسور شدت نور از نوع آنالوگ می‌باشد، همانند سنسور آنالوگ باید به ماژول ورودی آنالوگ KNX یا قطعه‌ای با ورودی دیجیتال/آنالوگ اتصال یابد. ما در این کار عملی، از یک سنسور KNX که مجهز به سنسور لوکس‌متر می‌باشد بهره گرفته‌ایم.

۴ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.

۵ـ در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. اگر از سنسور KNX استفاده نموده‌اید آن را به پروژه اضافه کنید.

۶ ـ حال با کلیک بر روی سنسور هوشمند، زبانه Parameters را بازنموده و ابتدا سنسور لوکس را فعال نمایید. ممکن است سنسوری که در اختیاردارید، چند ناحیه را پشتیبانی کند و چند سنسور لوکس داشته باشد. در اینجا قصد داریم فقط از یک سنسور استفاده کنیم.سپس وارد بخش تنظیمات سنسور لوکس شوید. در بخش تنظیمات سنسور، دقت کنید که مقدار روشنایی توسط سنسور مخابره شود (Lux) و سپس مقدار آستانه (Threshold Value) را فعال کنید.

حال وارد بخش تنظیمات مقدار آستانه شوید. میزان حد بالا و پایین شدت روشنایی را در upper limit و lower limit تعیین نمایید. همچنین تنظیم نمایید که در صورت رسیدن به حد بالا فرمان ON و حد پایین، فرمان OFF صادر شود.

۷ـ سپس تنظیمات مربوط به رله را باید انجام داد. قصد داریم این روش کنترلی را بر روی همان چراغ‌های اتاق پذیرایی انجام دهیم.چراغی که با رله و کلید هوشمند کنترل می‌شد را بدون تغییر باقی می‌گذاریم. اما قصد داریم تا چراغ دیمری (لامپ پذیرایی ۲) را به‌صورت خودکار، روشن و خاموش کنیم.

اگر دقت کنید، ما قبلاً برای روشن و خاموش کردن چراغ دیمری اتاق پذیرایی (لامپ ۲) یک آدرس گروهی تعریف کردیم که با ارسال فرمان روشن/خاموش از کلید هوشمند، لامپ روشن/خاموش می‌شد. حال این وظیفه به‌عهده سنسور است و می‌توانیم از همین آدرس گروهی برای روشن/خاموش کردن لامپ استفاده کنیم. پس کافی است بلوک ارتباطی مربوط به‌فرمان روشن/خاموش مقدار آستانه (سنسور لوکس) را به این آدرس گروهی اضافه کنیم.



شکل ۸۳

۸ـ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۹ـ عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

سؤال



اگر از سنسور آنالوگ استفاده نماییم، چه تغییری در برنامه‌ریزی رخ خواهد داد؟

۱۸ـ۲ـ معرفی سناریوی شماره ۲ جهت به‌کارگیری پریز برق

فعال‌سازها می‌توانند علاوه بر مدارهای روشنایی، بر روی مدارهای پریز نیز کنترل داشته باشند و می‌توانند براساس سناریوی از قبل تعیین‌شده عمل کنند.

فرض کنید می‌خواهیم به مسافرت برویم و می‌خواهیم همهٔ وسایل برقی خانه خاموش شده و فقط یخچال بی‌برق نشود.

این‌یک سناریوی ساده‌ایست که عملکرد آن را در کار عملی ۷ موردبررسی قرار می‌دهیم.



کار عملی ۸

کنترل پریز یخچال در آشپزخانه:

شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم یکی از پریزهای برق که مربوط به یخچال است کنترل کنیم. نحوه و یا سناریوی کنترل به این صورت است که هرگاه جهت مسافرت از منزل خارج شدیم، پریز مربوط به یخچال بدون برق نشود.

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

فعال‌ساز رله	منبع تغذیه KNX	کلید هوشمند	پریز برق معمولی

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳ـ مدار کار عملی را همانند کار عملی قبلی برقرار نمایید. اتصال پریز همانند اتصال یک لامپ است.

۴ـ نرم‌افزار کامپیوتری و تلفن همراه مربوط به تاچ پنل یا سرور را نصب نمایید.

۵ـ در نرم‌افزار ETS۵، پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.

۶ـ به تنظیمات رله رفته و رله موردنظر برای اتصال پریز را فعال کنید. آدرس گروهی مربوطه را تشکیل دهید و برنامه را به تابلو انتقال دهید.

۷ـ اکنون می‌توانید یک عملکرد روشن/خاموش (پریز) به محل پریز اضافه نمایید. برای این کار با استفاده از دکمه Add، یا کلیک راست، می‌توانید یک Switch Function به پروژه اضافه کنید.

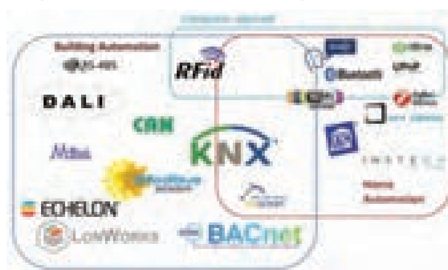
۸ـ همین کار را برای کلید هوشمند انجام دهید (مطابق کار عملی کنترل روشنایی)

۹ـ در قسمت آدرس گروهی، آدرس گروهی مربوط به پریز و کلید را بیافزایید.

۱۰ـ برنامه را بارگذاری کرده و عملکرد پریز را بررسی نمایید. چه روش دیگری برای اجرای این کار عملی پیشنهاد می‌دهید؟

۲ـ۱۹ـ معرفی انواع پروتکل‌ها

برخی از پروتکل‌های ارتباط بی‌سیم در خانه هوشمند عبارت‌اند از:,ZigBee, Zwave, X۱۰, WiFi, nRF
IR و... . معتبرترین پروتکل در ساختار ارتباطی باسیم ، استاندارد جهانی KNX می‌باشد.



شکل ۸۴

۱ـ۱۹ـ۲ـ پروتکل‌های بی‌سیم:

الف) پروتکلZ_Wave: ـZ_Wave یک پروتکل ارتباطی دوطرفهٔ بی‌سیم است. این پروتکل برای مصرف انرژی و پهنای باندهای کم ـ یعنی دقیقاً برای استفاده در خانه‌های هوشمندـ طراحی شده است..

در این فناوری از هیچ‌گونه سیم‌کشی برای انتقال سیگنال‌های کنترلی استفاده نمی‌شود و این کار فقط به کمک سیگنال‌های RF صورت می‌گیرد. بعضی از تولیدکنندگان تجهیزات خانه هوشمند محصولات خود را بر پایه پروتکل Z_Wave تولید می‌کنند.

ب) پروتکل زیگ بی Zigbee: این پروتکل در شبکه‌های شخصی و کوچک و قدرت پایین مورداستفاده قرار می‌گیرد . این پروتکل مانند بلوتوث و WiFi عمل می‌کند. نام آن به خاطر حرکات پروازی زنبورهای عسل وقتی به کندو برمی‌گشتند، انتخاب‌شده است.این پروتکل برای خانه‌های هوشمند با ساختار ارتباطی بی‌سیم کاربرد زیادی دارد.

۲ـ۱۹ـ۲ـ پروتکل‌های باسیم:

الف) پروتکل X۱۰: یک استاندارد برای برقراری ارتباط بین تجهیزات استفاده‌شده در خانه هوشمند است که از خطوط برق جهت ارسال سیگنال‌های موردنظر استفاده می‌کند. سیگنال‌ها به‌عنوان اطلاعات دیجیتال از فرکانس‌های پایین برق متناوب استفاده می‌نمایند. ضمناً یک انتقال بر پایه ارسال سیگنال‌های رادیویی نیز در این روش استفاده می‌شود.

Europem Home system protecol (EHS)
Bati Bus
Europeam Installation Bus (EIB)

ب) پروتکل KNX (کی ان ایکس): KNX نام انجمنی جهانی است که اقدام به ایجاد یک پروتکل استاندارد در موضوع خانه‌های هوشمند کرده است. این پروتکل هم‌اکنون دارای بیش از ۴۰۰ عضو از کمپانی‌های مختلف است .این پروتکل جایگزین ۳ پروتکل قبلی خانه هوشمند شد:

از مزایای این پروتکل این است که می‌توان بدون هیچ محدودیتی از محصولات شرکت‌های مختلفی که این پروتکل را پوشش می‌دهند، در یک پروژه خانه هوشمند استفاده کرد.

شرکت‌های عضو انجمن KNX بیش از ۷۰۰۰ محصول با پروتکل KNX در لیست محصولات خود در اختیاردارند. KNX دارای بیش از ۴۰۰ تولیدکننده در ۴۱ کشور جهان، بیش از ۶۶۲۷۸ کارشناس و شرکت همکار در ۱۵۷ کشور و بیش از ۳۹۸ مرکز آموزشی در ۶۶ منطقه در سراسر دنیا است.

۳ـ۱۹ـ۲ـ پروتکل C_BUS

C_BUS یک پروتکل برای اتوماسیون منازل و ساختمان‌ها است که یک کابل اختصاصی یا یک شبکه بی‌سیم دوطرفه را جهت انتقال سیگنال‌های کنترل و فرامین استفاده می‌نماید.

سیستم C_BUS در دو حالت باسیم و بدون سیم در دسترس هست. در سیستم با سیم C_BUS از یک کابل Cat۵ به‌عنوان بستر ارتباطی استفاده می‌شود. ماکزیمم طول سیم به‌کار رفته در C_BUS، حدود ۱۰۰۰ متر است.

مقایسه پروتکل‌ها

در جدول ۱۰ برخی از پروتکل‌های معتبر هوشمندسازی ساختمان به‌طور خلاصه مقایسه شده‌اند.

جدول ۱۰

پروتکل	راحتی نصب	ساختار ارتباطی	قیمت
KNX	متوسط	سیمی ـ بی‌سیم (غیرمتداول)	متوسط به بالا
ZigBee	ساده	بی‌سیم	پایین
Mod bus	متوسط	سیمی	پایین
LonWorks	متوسط	سیمی ـ بی‌سیم (غیرمتداول)	متوسط به بالا
BACnet	متوسط	سیمی ـ بی‌سیم ZigBee	متوسط به بالا

معرفی انواع عملگرها

۱ـ۲۰ـ۲ـ موتور پرده: جهت کنترل راحت‌تر پرده‌های ساختمان از موتورهای برقی مخصوص، متناسب با وزن و مدل پرده جهت سهولت بیشتر استفاده می‌شود.



شکل ۸۵

برای این منظور از ماژول فعال‌ساز پرده برای کنترل انواع پرده‌ها از قبیل پرده‌های عمودی یا افقی استفاده می‌شود که می‌تواند موتورهای پرده را چپ‌گرد/ راست‌گرد یا بالا و پایین کند. عملکرد این ماژول فعال‌ساز می‌تواند به‌صورت تنظیم درصد باز و بسته شدن پرده می‌باشد.

۲-۲۰-۲ موتور اهرمی شیر گاز

استفاده از یک موتور، جهت کنترل شیر اصلی آب و گاز بسیار مفید است و ساکنین ساختمان‌های هوشمند نگرانی از نظر فراموش کردن بستن شیر اصلی آب یا گاز ندارند و با خارج شدن از ساختمان می‌توانند بااتصال به اینترنت فرمان‌های قطع یا وصل را صادر نمایند.

همچنین می توان از سنسور تشخیص نشت گاز شهری در داخل آشپزخانه استفاده نمود که در صورت نشت گاز فرمان قطع به‌صورت اتوماتیک به موتور داده شود. این موتور دارای یک‌زبانه در کنار خود می‌باشد که درصورت نیاز به کنترل دستی می توان آن را بازکرده و به‌صورت دستی شیر اصلی آب و یا گاز را باز و بسته نمود.

استفاده از شیر برقی برای قطع و وصل توصیه نمی‌شود زیرا برای نصب آن حتماً نیاز به تکنسین گاز بوده و همچنین ایرادی که دارد این است که هنگامی‌که برق قطع می‌شود موتور از کار می‌افتد.



شکل ۸۶



تحقیق کنید

در مورد سیستم آبیاری هوشمند تحقیق کنید.



کار عملی ۹ (نیمه تجویزی)

کنترل نشت آب در منزل

شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم در صورت نشت آب در آشپزخانه، جریان شیر اصلی ورودی آب را قطع نماییم. این عملکرد به‌منظور جلوگیری از خسارات احتمالی و اتصالی برق بسیار کارآمد است.

دستور کار:

۱ـ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

جدول ۱۱

منبع تغذیه	سنسور نشت آب	ورودی دیجیتال
شیر برقی آب ۲۲۰ ولت	فعال‌ساز رله	کابل USB و قطعه برنامه‌ریز

۲ـ اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳ـ توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول ورودی دیجیتال متصل کنید.

۴ـ سنسور نشت آب (پسیو) را به ورودی دیجیتال متصل کنید. شیر برقی آب را همانند اتصال لامپ به رله متصل کنید. معمولاً شیر برقی آب از نوع معمولاً باز می‌باشد، اگر شیر برقی از نوع معمولی بسته باشد، راهکار شما چیست؟

۵ـ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید.

۶ـ پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را بازکنید.

۷ـ در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. قطعات ورودی دیجیتال و فعال‌ساز رله را در پروژه وارد نمایید.

۸ـ همانند تنظیمات مربوط به اتصال سنسور، اتصال سنسور نشت آب را برای ورودی دیجیتال تعریف کنید. همچنین رله مربوط به شیر برقی را فعال کنید.

۹ـ یک آدرس گروهی برای عملکرد شیر برقی و همچنین یک آدرس گروهی برای وضعیت سنسور نشت آب تعریف کنید. لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید.

۱۰ـ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۱ـ عملکرد برنامه را آزمایش کنید. در صورت بروز نشتی آب و رسیدن آب به حسگر، باید شیر برقی آب عمل کند و جریان آب را قطع نماید.



کارهای عملی پیشنهادی (جهت هنرجویان علاقه‌مند)

- کنترل روشنایی یک لامپ بر مبنای زمان‌بندی
- کنترل کولرگازی با ارسال‌کننده فرامین IR
- کنترل باز و بسته شدن یک پرده
- قطع خودکار شیر گاز در صورت نشت گاز
- کنترل یک فن تهویه به‌صورت روشن/خاموش (ON/OFF)
- نصب کنترلر سیستم ارسال و دریافت فرمان از طریق تلفن همراه (همراه با نصب اپلیکیشن)
- نصب پریز برق و برق‌دار کردن آن توسط ارسال و دریافت فرمان از طریق گوشی تلفن همراه

● آیفون تصویری با زدن زنگ ارسال فرمان برای صاحب‌خانه و باز کردن قفل‌برقی
در پایه دوازدهم با رله‌های قابل برنامه‌ریزی آشنا می‌شوید که می‌توانند با قطعات خانه هوشمند ارتباط برقرار کنند.



شکل ۸۷

۲۱ـ۲ـ تست و عیب‌یابی

در حین راه‌اندازی سیستم خانه هوشمند ممکن است عیب‌هایی در بخش نرم‌افزار و سخت‌افزار پیش بیاید که در ابتدا باید عیب‌ها شناسایی و سپس به رفع عیب‌ها اقدام کرد. در ادامه به چند نمونه از عیوب احتمالی در سیستم هوشمند اشاره می‌کنیم.

الف- نحوه تست قسمت فرمان و نرم‌افزار:

۱- روشن نشدن قطعه

الف) ابتدا دکمه برنامه‌ریزی قطعه را فشار دهید، اگر دکمه برنامه‌ریزی روشن شد، قطعه را مجدداً برنامه‌ریزی کنید.

ب) اگر دکمه برنامه‌ریزی روشن نشد، اتصال باس را بررسی کنید.

ج) اگر اتصال باس برقرار بود، قطعه را یکبار unload کرده و دوباره از طریق Full Download برنامه‌ریزی کنید.

پرسش: از طریق کدام گزینه در منوی Bus می‌توانید راحت‌تر به نتیجه برسید:

۲- اشکال در نوشتن آدرس اختصاصی قطعه

الف) معمولاً این خطا نشان‌دهنده وجود آدرس تکراری در قطعات نصب شده است. پس اولین راه، تغییر آدرس اختصاصی در برنامه و ارسال مجدد برنامه روی باس می‌باشد.



شکل ۸۸

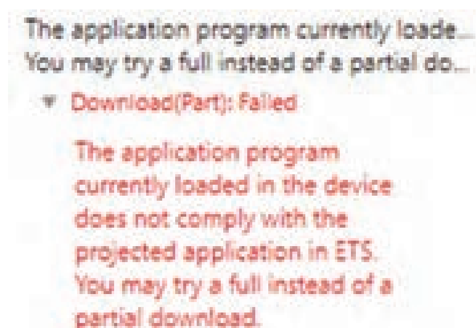
ب) روش دیگر، پیدا کردن قطعه تکراری از طریق فشردن دکمه برنامه‌ریزی در منوی Bus زیر بخش individual addresses و پاک کردن آدرس آن قطعه از طریق unload است.

۳- عدم امکان انتقال برنامه به تجهیزات

الف) ابتدا ارتباط باس را بررسی نمایید.

ب) اگر ارتباط باس برقرار است، بررسی نمایید که آدرس قطعه صحیح وارد شده است.

ج) بررسی کنید که برنامه مربوط به همان قطعه را به باس انتقال داده‌اید. گاهی تشابه قطعات موجب بروز خطای طراح در انتخاب برنامه یا همان Application Program می‌گردد.



شکل ۸۹

د) اگر هیچ یک از خطاهای فوق رخ نداده بود، قطعه را unload نموده و مجدداً اقدام به برنامه‌ریزی نمایید.

۴- اشکال در عملکرد خروجی

الف) روشن بودن قطعه را بررسی کنید. (اتصال باس برقرار باشد)

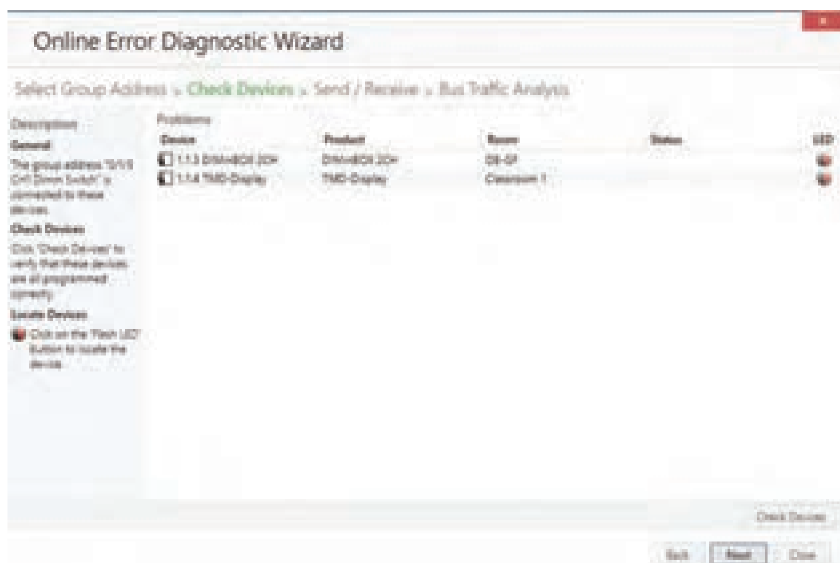
ب) خروجی را بررسی کنید. در اغلب موارد خروجی مثلاً لامپ و یا مدار برق دچار اشکال شده است.

ج) چنانچه قطعه برنامه‌ریزی شده و خروجی نیز بدون اشکال است، قطعه را خاموش و مجدداً روشن نمایید.

۵- تأخیر در عملکرد

برای بررسی این مشکل، باید برنامه را مجدداً بررسی نمایید. زیرا اصولاً قطعات در عملکرد دارای تأخیر نیستند. چنانچه ایراد ادامه داشت، نوع بار را از نظر اندازه و خازنی- سلفی بودن بررسی کنید.

علاوه بر روش‌های فوق، شما می‌توانید در صورت دسترسی به نرم‌افزار در محل پروژه، از طریق Online Error Dignostic Wizard در نرم‌افزار ETS به بررسی عملکرد آدرس‌های گروهی بپردازید.



شکل ۹۰

ب- نحوه تست قسمت قدرت:

به دو روش می‌توان تست قسمت قدرت را انجام داد.

۱- در سیستم هوشمند، می‌توانید با حذف فعالساز از مدار و عبور فاز ورودی و خروجی از فیوز مینیاتوری، برقدار بودن مدار را بررسی کنید.

۲- اگر قصد تست سیم‌کشی و مصرف‌کننده‌ها را دارید، معمولا از وسایلی همچون تستر نئونی مدار (اتصال به فاز و زمین - فازمتر)، ردیاب غیر لمسی، و یا انواع مولتی‌متر می‌توان استفاده نمود.



شکل ۹۱



شکل ۹۲- درياب غيرلمسی برای پیدا کردن هادی فازدار بدون دسترسی مستقیم به سیم‌کشی

در هر حالت باید مدار اصلی، سیم‌کشی و مصرف‌کننده به صورت جداگانه تست شوند.

ارزشیابی شایستگی خانه هوشمند

شرح کار:

_مفهوم، مزایا و امکانات خانۀ هوشمند

- اجزای خانه هوشمند
- قطعه شناسی و کاتالوگ خوانی
- نصب و اجرای نرم افزار ETS۵
- ساختار سیستم هوشمند-آزمودن و عیب‌ها
- تفاوت خانه‌های هوشمند با سنتی
- بستن مدارهای کار عملی خانه هوشمند
- معرفی سناریوها
- تعریف پروتکل‌های خانه هوشمند، مقایسه انواع آن‌ها

-ضرورت کنترل روشنایی با توجه به نور محیط، شیوه کنترل و انجام آن

استاندارد عملکرد: بستن مدرهای کار عملی در کارگاه خانه هوشمند با رعایت موارد ایمنی طبق برنامه زمان‌بندی برای هر کار عملی

شاخص‌ها:

شناسایی قطعات خانه هوشمند

نصب و اجرای نرم افزار ETS

نصب و سیم‌کشی قطعات با استفاده صحیح از ابزار و رعایت استاندارد.

انجام مراحل کارهای عملی در هوشمندسازی (طبق مراحل تعیین شده در کار عملی) با رعایت نکات ایمنی.

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب ـ ابزار مناسب ـ مدت زمان متناسب با حجم کار

ابزار و تجهیزات: قطعات ورودی - خروجی - ماژول‌های تابلویی - میز آموزشی استاندارد، لباس کار

معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی قطعات خانه هوشمند	۲	
۲	نصب، تنظیمات و اجرای نرم افزار (ETS)	۲	
۳	نصب و سیم‌کشی قطعات ورودی - خروجی و قطعات تابلویی	۲	
۴	برنامه‌ریزی خانه هوشمند با نرم‌افزار و بارگذاری و اجرای آن بر روی قطعات	۲	
	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		❊

❊ **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.**

پودمان ۳

همبندی و صاعقه‌گیر



واحد یادگیری ۴

همبندی و صاعقه‌گیر

آیا می‌دانید

- همبندی چیست؟
- چه روش‌هایی برای جلوگیری از خطرات ناشی از برق‌گرفتگی وجود دارد؟
- بتن یک عامل بسیار مهم در ایجاد اتصال زمین است؟
- چگونه می‌توان صاعقه را مهار کرد؟

استاندارد عملکرد

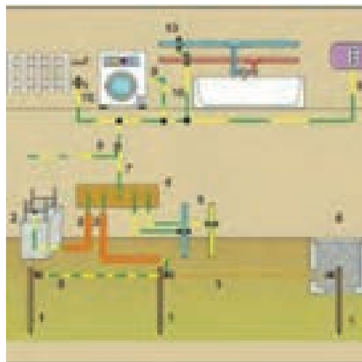
پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود انواع روش‌های همبندی در ساختمان را فرا گرفته و کارهای عملی مرتبط انجام دهند.
همچنین با انواع برق‌گیرها آشنا شده و به‌کارگیری آنها را فرا خواهند گرفت.

مقدمه

ضرورت رعایت موارد ایمنی و جلوگیری از خطرات ناشی از برق‌گرفتگی مانند شوک‌الکتریکی، سوختگی و نظایر آن از مهم‌ترین خطرات احتمالی برق‌گرفتگی الکتریکی است. روش‌ها و ایده‌های بسیاری برای جلوگیری از این خطرات مطرح شده است. با اجرای همبندی در ساختمان‌ها می‌توان تا حد بسیار زیادی از این خطرات جلوگیری کرد. همچنین در ساختمان‌های بلندمرتبه تجاری و مسکونی برای جلوگیری از خطر برخورد صاعقه و ایجاد خسارت می‌توان از صاعقه‌گیر استفاده کرد. صاعقه‌گیر وظیفه کنترل مسیر هدایت صاعقه را بر عهده دارد، کنترل و مهار صاعقه از مهم‌ترین دغدغه‌ها در ساختمان‌های بلند می‌باشد.

۱ـ۳ـ همبندی

اگر اسکلت هادی ساختمان (اسکلت فلزی یا میلگردهای بتنی) و بدنه هادی بیگانه (انواع لوله‌کشی‌های فلزی و نظایر آن) و بدنه هادی تجهیزات الکتریکی ساختمان‌ها را با یک هادی که دارای سطح مقطع بزرگ و مقاومت الکتریکی کم باشد به یکدیگر متصل شود، تمام نقاط هم‌پتانسیل می‌شود. این نوع اتصال «همبندی» نام دارد. همبندی مهم‌ترین روش برای پیشگیری از برق‌گرفتگی در یک ساختمان است. در شکل ۱ یک سیستم همبندی نشان داده شده است.



شکل ۱ــ نمونه یک سیستم همبندی

سؤال



اگر به هر دلیلی جریان ناخواسته‌ای وارد این سیستم شود چه پیامدی خواهد داشت؟

فیلم



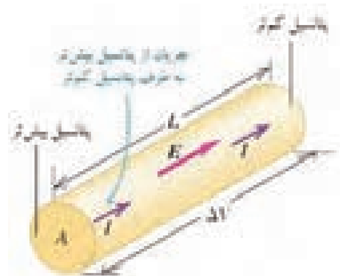
همبندی در ساختمان‌های مسکونی

یکی از دلایل مهم توجه به همبندی از طرف مهندسان برق، همه‌گیر شدن استفاده از ساختمان‌های مسکونی با سازه‌های بتنی است روشی که قبلاً برای ایجاد اتصال زمین و برای سیستم صاعقه استفاده شده است. سیستم الکترود زمین مستقل (بدون توجه به اجزای ساختمان) برای سیستم الکتریکی بود. این سیستم زمین شامل صفحه فلزی دفن‌شده، میله کوبیده‌شده، تسمه فلزی دفن‌شده و زره کابل است. در این روش سنتی از تشکیل همبندی صرف‌نظر شده و برای حفاظت در برابر صاعقه نیز یک سیستم مستقل نزولی با استفاده از هادی‌های مخصوص ایجاد شده است و در نهایت به سیستم الکترود زمین مستقل مخصوص صاعقه‌گیر متصل می‌شد. برای حفاظت بیشتر یک همبندی بین دو سیستم الکترود زمین نیز ایجاد می‌شود.

استفاده از بتن به‌عنوان الکترود ایجاد همبندی بسیار مهم و مقرون به صرفه است اگر چه در برخی موارد ممکن است به علت بی‌توجهی به بتن از نظر عبور جریان‌های مربوط به اتصال کوتاه یا صاعقه صدمه‌ای شدید به آن وارد شود. سیستم همبندی از نظر استقامت مکانیکی دارای عمر طولانی بوده و نیاز به نگهداری بالایی ندارد.

۱ــ۱ــ۳ــ همبندی به‌منظور هم‌پتانسیل شدن

عامل جاری‌شدن جریان در مصرف‌کننده‌های الکتریکی اختلاف پتانسیل در دو سر مصرف‌کننده است (شکل ۲).



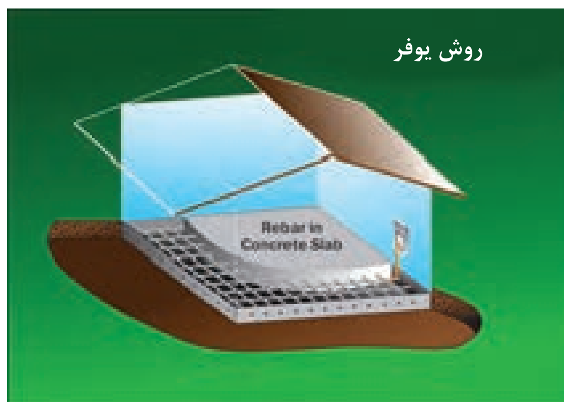
$$I = \frac{V_A - V_B}{R}$$

شکل ۲ــ اختلاف پتانسیل

اگر پتانسیل دو سر مصرف‌کننده (R) یکسان باشد، (V_A با V_B برابر باشد) بنابراین جریانی در مصرف‌کننده جاری نمی‌شود. روش همبندی نیز برای حفاظت از جان اشخاص در برابر عبور جریان به همین صورت عمل می‌کند. در این روش اگر شخصی قسمت فلزی دستگاه برق‌دار که سیم فاز به آن متصل شده را لمس کند، چون نقطه تماس دست با بدنه فلزی و ولتاژ پای شخص بر روی زمین هم‌پتانسیل می‌شود، بنابراین ولتاژ تماس صفر شده و جریانی از بدن شخص عبور نمی‌کند. در یک سازه بتنی که تمامی اجزای داخلی به‌صورت یکپارچه به هم متصل شده‌اند نیز ولتاژ نقاط مختلف در صورت اجرای همبندی، هم‌پتانسیل خواهند بود.

۲ـ۱ـ۳ـ الکترود مدفون در بتن (روش یوفر)[1]

دفن هادی در بتن به‌طوری‌که سطح تماس آن با خاک زیاد باشد روش یوفر نامیده می‌شود. بتن همواره مقداری رطوبت را در خود نگه می‌دارد بنابراین هدایت الکتریکی بتن، از سایر انواع خاک بهتر است. اساس طرح یوفر بر پایه تعبیه هادی زمین در بتن می‌باشد. امروزه مهندسین، از منافع کشف آقای یوفر آگاه هستند. اسکلت کل ساختمان بتنی با وجود میله‌های فولادی در ساختمان یا پی آن با پوشش بتنی، یک سیستم زمین الکتریکی با مقاومت بسیار کم ایجاد می‌کند (شکل ۳). از مزایای دیگر این روش استفاده از خواص بتن برای کاهش مقاومت زمین است. البته این روش الزاماتی دارد از جمله اینکه هادی مسی اتصال زمین مدفون شده سیستم اتصال زمین دارای مقطع ۲۵ میلی‌متر مربع باشد یا میلگرد استفاده شده در بدنه بتن شماره ۱۴ باشد. همچنین فاصله هادی داخل بتن تا سطح خارجی بتن کمتر از ۵ سانتی‌متر نباشد.



شکل ۳- روش یوفر

۳ـ۱ـ۳ـ هدف همبندی

همبندی را نباید با اتصال زمین یوفر کردن اشتباه گرفت. همبندی در عمل به معنای کم کردن اندازه ولتاژ تماس در داخل ساختمان و در نقاطی از آن است که عیب زمین در تأسیسات الکتریکی ایجاد می‌شود.

همان‌طور که گفته شد ولتاژ تماس وقتی ایجاد می‌شود که یک عیب زمین (عبور جریان از زمین) در تأسیسات الکتریکی ایجاد شود. هنگامی‌که این جریان به زمین وارد می‌شود، به دلیل وجود مقاومت (بدن شخص یا بدنهٔ هادی)، ولتاژ تماس ایجاد می‌شود.

1- Concrate Encased Electrode

با توجه به اینکه هدف از ایجاد اتصال زمین، ایجاد امکان عبور جریان از الکترود زمین به‌جای بدن شخص است، هدف از همبندی، کم‌کردن اندازه ولتاژ لمس می‌باشد. با توجه به شکل ۲ کم‌شدن ولتاژ تماس در اثر همبندی می‌توان نتیجه گرفت استفاده هم‌زمان از دو روش زمین‌کردن و همبندی باعث جلوگیری از خطر برق‌گرفتگی می‌باشد. برای این منظور با توجه به اینکه ممکن است به علت عایق‌کاری، سطح تماس بتن کف با زمین کم باشد، حداقل یک الکترود زمین معمولی را به همبندی سازه متصل و یا توسط حلقه‌ای از مس که دورتادور ساختمان مدفون می‌شود را به همبندی متصل می‌کنند.



شکل ۴ ــ حلقه کلاف مسی به دور سازه فلزی برای همبندی



تحقیق کنید

تفاوت همبندی و روش یوفر چیست؟

۴ـ۱ـ۳ـ مزایای اجرای همبندی

- مطمئن‌ترین روش جلوگیری از برق‌گرفتگی ناشی از تماس غیرمستقیم
- حفاظت از آسیب‌دیدن تجهیزات الکترونیکی، مخابراتی و اتوماسیون
- کاهش اثرات الکتریسیته ساکن
- ایجاد مسیرهای موازی برای هدایت جریان صاعقه به سمت زمین و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از آن بر روی اشخاص و تجهیزات الکتریکی
- وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی
- بالا بردن ضریب اطمینان عملکرد وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی

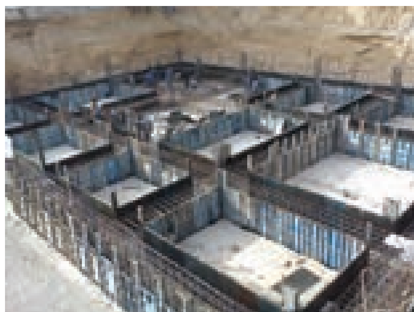


سؤال

اجرای همبندی چگونه در کاهش اثر الکتریسیته ساکن تأثیر می‌گذارد؟

۵ـ۱ـ۳ـ مراحل اجرای همبندی قبل از بتن‌ریزی

اجرای همبندی ساختمان باید قبل از بتن‌ریزی و هم‌زمان با اجرای شالوده ساختمان (فونداسیون) و در همه طبقات ساختمان اجرا شود (شکل ۵).



شکل ۵ ـ قبل از بتن‌ریزی (شالوده)

مراحل انجام همبندی به شرح زیر است :

۱ـ۵ـ۱ـ۳ـ اجرا در شالوده: در شالوده (فونداسیون) ساختمان بایستی تمامی شناژهای ارتباطی همبند شوند. منظور از شناژ، محوری است که همه ستون‌های ساختمان را به هم متصل می‌کند (شکل ۶).



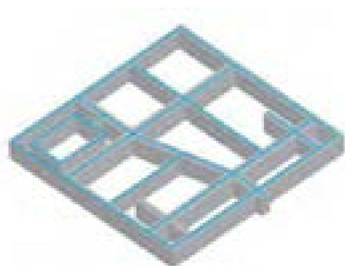
شکل ۶ ـ شناژهای ساختمان

شکل‌های زیر نقشه همبندی شالوده و همچنین یک قسمت اجرا شده با هادی مسی را در شالوده ساختمان، نمایش می‌دهد.

خطوط آبی‌رنگ نشانگر هادی‌های همبندی می‌باشد (شکل ۷).







شکل ۷ـ نقشه اجرای همبندی شالوده ساختمان

۲ـ۵ـ۱ـ۳ـ اجرا در ستون‌ها: در تمامی طبقات، ستون‌های واقع در گوشه‌های ساختمان، یکی از ستون‌های راه‌پله، تمام ستون‌های خرپشته و موتورخانه و در هر ۲۰ متر از طول و عرض ساختمان، شبکه همبند باید به همدیگر متصل شود (شکل ۸).



شکل ۸ ـ نقشه اجرای همبندی ستون‌های ساختمان

سؤال



اگر شبکه لوله‌کشی آب ساختمان فلزی باشد، چگونه می‌توان آن را با بدنه فلزی ساختمان همبند کرد؟

فیلم



اجرای همبندی در شالوده و ستون‌ها

۶ـ۱ـ۳ـ هادی همبندی

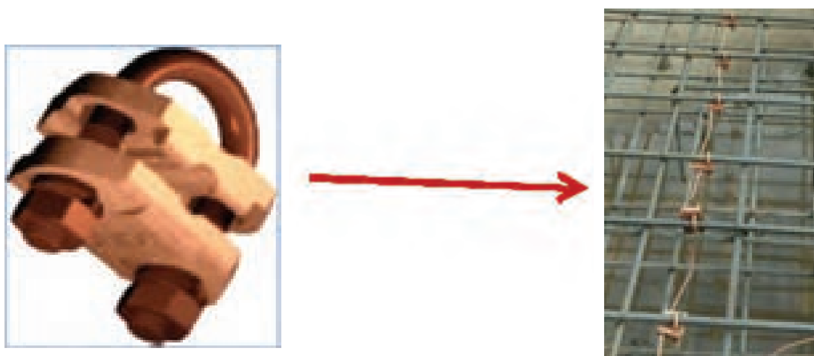
هادی همبندی یک رشته سیم مسی، یک تسمه، یک عدد میلگرد و یک تیر یا ستون فلزی است که بر اساس طرح همبندی در سقف‌ها و ستون‌ها قرار می‌گیرد (شکل ۹).



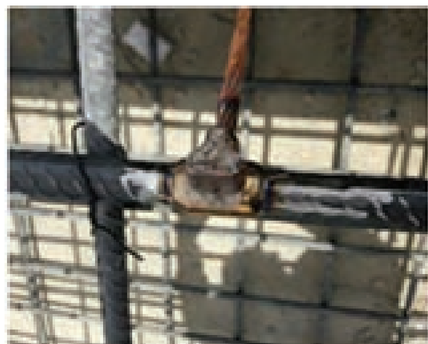
شکل ۹ ـ تسمه همبندی

۱ـ۶ـ۱ـ۳ـ هادی همبندی مسی: چنانچه از سیم مسی برای همبندی استفاده شود، سطح مقطع هادی همبندی مسی نباید از $۶mm^۲$ کوچک‌تر باشد. استفاده از سطح مقطع $۲۵mm^۲$ ضروری نیست و همچنین سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از نصف سطح مقطع بزرگ‌ترین هادی حفاظتی در تأسیسات الکتریکی کوچک‌تر باشد.سیم‌ها یا تسمه‌های مسی باید به میلگردهای موجود سازه متصل شوند. برای این کار باید در هر

۶ متر با استفاده از جوش احتراقی (احتراقی یا اگزوترمیک) و یا بست‌های پیچی مناسب، اتصالاتی ایجاد شده و همچنین در فاصله بین بست‌های پیچی و یا جوش‌ها باید به کمک سیم آرماتوربندی معمولی، به میلگردهای سازه متصل شود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).

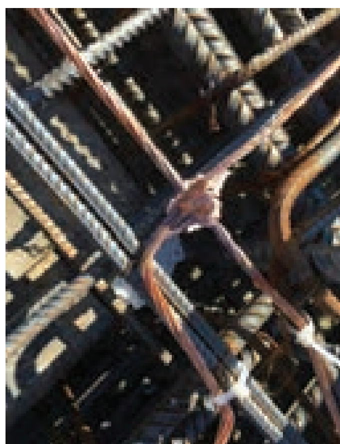


شکل ۱۰ ــ اتصال‌هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از بست



شکل ۱۱ــ اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از جوش احتراقی

همچنین در تمامی انشعابات اعم از سه و چهارراهی باید سیم‌های مسی با استفاده از جوش احتراقی به هم متصل شوند تا مقاومت الکتریکی آنها به حداقل ممکن رسیده و دارای استحکام مکانیکی کافی باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ــ جوش احتراقی سیم مسی

توجه کنید

هنگامی‌که دو فلز غیر همجنس در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، به دلیل خواص شیمیایی متفاوت، تشکیل پیل الکتریکی می‌دهند و در مدت زمان طولانی باعث خورده‌شدن فلز در محل اتصال می‌شود. فلز مس و آهن نیز از همین قاعده برخوردار هستند ولی به خاطر خواص شیمیایی نزدیک به هم، پیل به وجود آمده بسیار ضعیف است.



کار عملی

انشعاب سه‌راهی و چهار راهی سیم‌ها با استفاده از جوش احتراقی

قبل از شروع کار کارگاهی فیلم این اتصال را مشاهده کنید.

فیلم

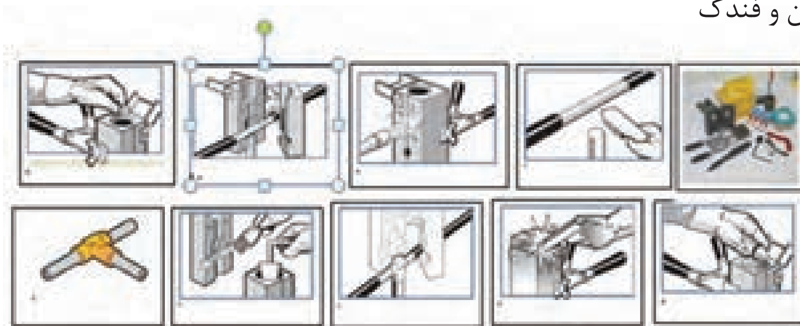


اجرای جوش احتراقی سه‌راهی و چهارراهی

تجهیزات لازم:

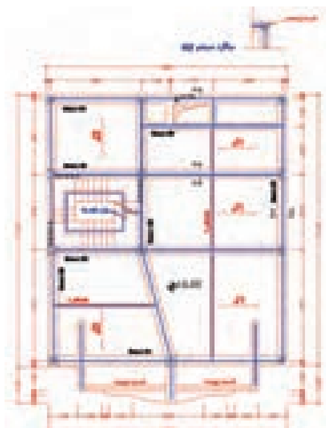
۱ـ قالب جوش (دوراهی، سه‌راهی و چهارراهی)
۲ـ پودر جوش (۹۰ گرمی یا ۱۱۵ گرمی)
۳ـ پولک انتهایی
۴ـ فتیله آتش‌زن و فندک
۵ـ سیم ارت با مقطع $16mm^2$
۶ـ دستکش، عینک و کفش مخصوص

شکل ۱۳ مراحل انجام اتصال دوراهی، سه‌راهی و چهارراهی



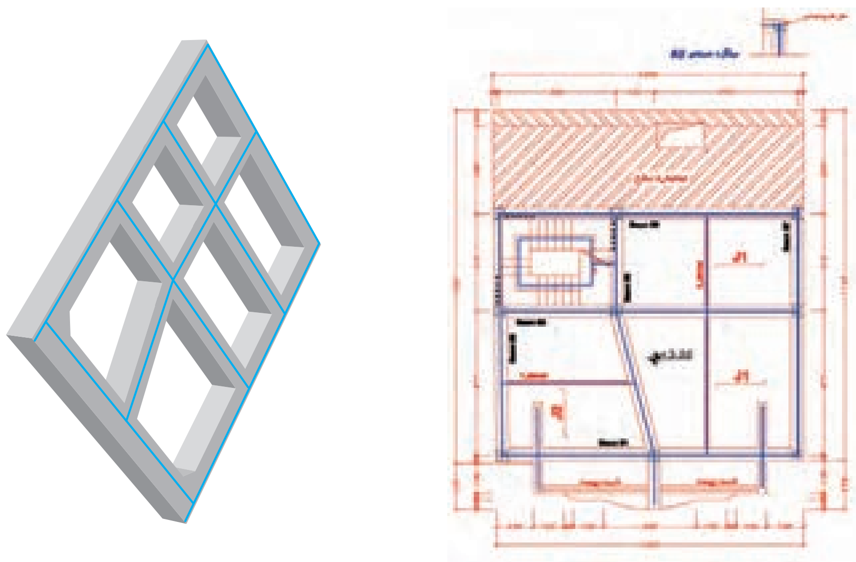
شکل ۱۳ـ وسایل و مراحل جوش احتراقی سیم مسی

۲ـ۶ـ۱ـ۳ـ اجرا در سقف‌ها: در سقف ساختمان‌ها، شناژها و تیرهای فلزی دورتادور سقف، دورتادور آسانسور، یکی از شناژها و یا تیرهای فلزی در حمام، دستشویی، آشپزخانه، آبدارخانه و سایر فضاهایی که به‌طور معمول در کف آنها آبریزی می‌شود، همچنین شناژها و یا تیرهای فلزی در طول و عرض ساختمان، حداقل در هر ۲۰ متر، بایستی همبندی صورت گیرد شکل (۱۴).



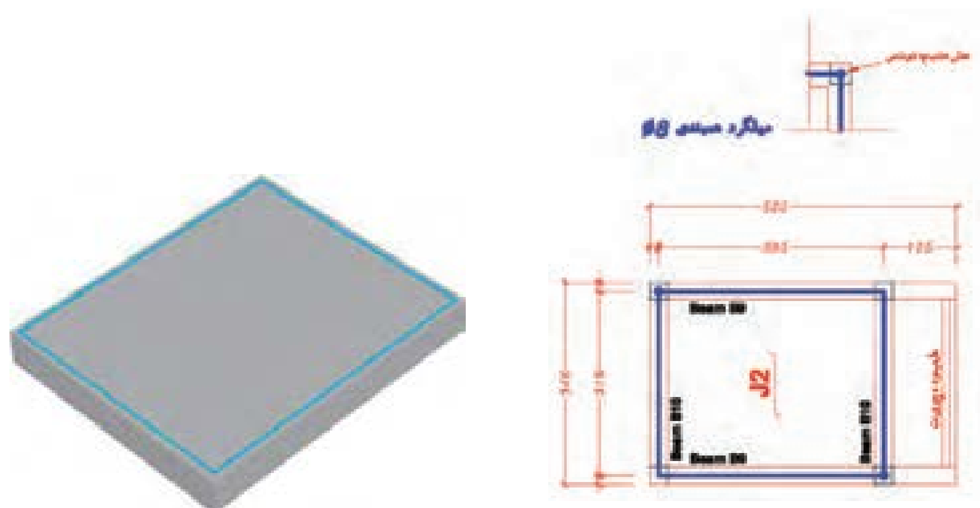
شکل ۱۴ـ نقشه اجرای همبندی سقف‌های ساختمان

۳ـ۶ـ۱ـ۳ـ اجرا در بام ساختمان: در پشت‌بام ساختمان (آخرین سقف) تمامی شناژها و تیرهای فلزی، مانند فونداسیون باید با هادی همبند، همبندی شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ـ نقشه اجرای همبندی بام ساختمان

۴ـ۶ـ۱ـ۳ـ اجرا در سقف خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور: تمامی شناژها و تیرهای فلزی دورتادور سقف خرپشته و سقف موتورخانه آسانسور باید به شبکه همبندی متصل شود شکل (۱۶).



شکل ۱۶ ـ نقشه اجرای همبندی خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور



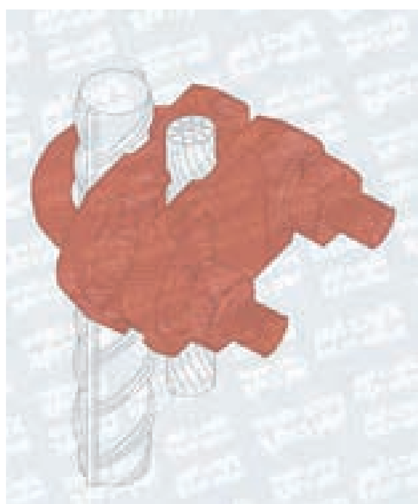
کار عملی

اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه

برای اتصال‌هادی مسی به میلگردهای موجود در سازه دو روش وجود دارد:

روش اول استفاده از بست U- Type

یکی از انواع کلمپ‌هایی که به‌منظور اتصال سیم به میله ارت به کار برده می‌شود بست U-Type است که در طراحی بست‌ها توجه به استحکام مکانیکی بست و مقاومت در برابر خوردگی از اهمیت بالایی برخوردار است. طراحی این بست‌ها به لحاظ ابعاد و ضخامت به‌گونه‌ای انجام شده که از استحکام مکانیکی بالایی برخوردار باشد. یکی دیگر از کاربردهای این بست اتصال سیم به میلگرد است. نوعی از این بست‌ها وجود دارد که «بست بی‌متال» نامیده می‌شود. در قسمتی که میلگرد قرار گرفته می‌شود جنس بست از آهن و قسمتی که هادی مسی قرار گرفته می‌شود، از جنس مس می‌باشد. دلیل این کار جلوگیری از خوردگی است (شکل ۱۷).





شکل ۱۷ــ بست U- Type

روش دوم: استفاده از جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز استفاده از جوش احتراقی دقیقاً مانند کار عملی اتصال سه‌راهه و چهارراهه سیم مسی می‌باشد و تفاوت آن در نوع قالب است.

با مشاهده فیلم زیر هر دو روش را در کارگاه اجرا نمایید.

فیلم



اجرای جوش احتراقی سیم به میلگرد

۷ـ۱ـ۳ـ هادی همبندی میلگرد

به‌جای سیم مسی می‌توان از میلگرد جهت همبندی استفاده کرد. میلگرد همبندی می‌تواند یکی از میلگردهای اصلی در شناژها یا ستون‌های سازه و یا میلگرد اضافی باشد که به میلگردهای اصلی سازه اضافه شده است. اجرای این همبندی نباید به ساختار فنی سازه آسیب وارد کند.

قطر میلگرد همبندی نباید از ۸ میلی‌متر کمتر باشد و اگر سطح مقطع هادی اصلی فاز ساختمان $95mm^2$ یا بیشتر باشد، قطر میلگرد به ۱۰ میلی‌متر افزایش می‌یابد.

تمامی قطعات شبکه همبند از طریق اتصال الکتریکی مطمئن باید طوری به هم متصل شود که در محل اتصال مقاومت الکتریکی به حداقل ممکن برسد.

اتصال مطمئن بین قطعات میلگرد همبندی به‌وسیله جوش‌کاری به وجود می‌آید که در ادامه به شکل و نحوه جوش‌کاری آن پرداخته می‌شود.

● **جوش‌کاری میلگردهای طولی**[1]

مطابق شکل ۱۸ با قرار دادن امتداد میلگرد (حدود ۱۰cm) و جوشکاری آن میلگردها همبندی می‌شوند.





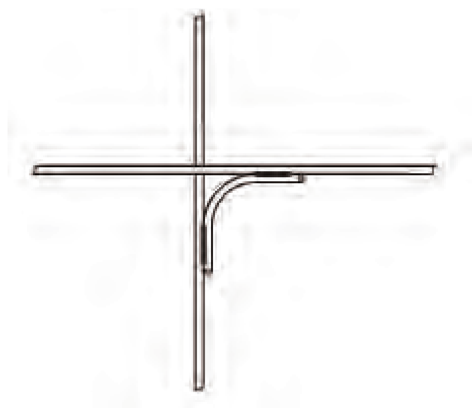
شکل ۱۸ـ جوش طولی

۱- Overlap

● جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراهه

مطابق شکل ۱۹ با استفاده از یک خم قائم می‌توان جوشکاری همبندی در محل تقاطع دو میلگرد انجام داد.





شکل ۱۹- جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراهه

● جوشکاری میلگرد در یک گوشه

جوشکاری میلگرد در یک گوشه، شبیه جوشکاری تقاطع چهارراه است.

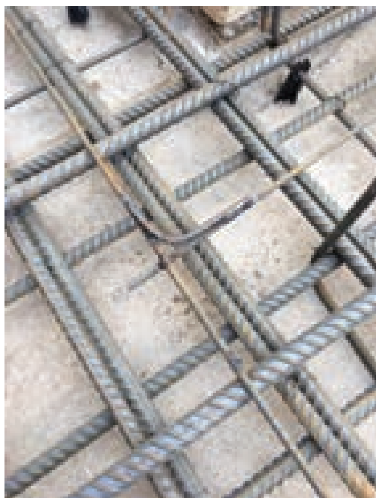




شکل ۲۰ ــ جوشکاری میلگردها در گوشه

● **جوشکاری در تقاطع سه‌راهه**

در شکل ۲۱ جوشکاری همبندی برای یک مسیر سه راهه نشان داده شده است.



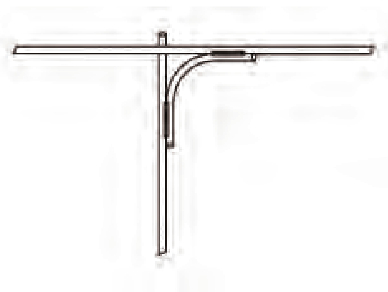


شکل ۲۱ـ جوش‌کاری میلگردها در تقاطع سه‌راهه

● **جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده به ستون**

در این نوع جوشکاری نیز مانند جوش‌کاری سه‌راهه اتصال همبندی بین میلگرد شناژ با شالوده به ستون انجام می‌شود (شکل ۲۲).





شکل ۲۲ـ جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده

فیلم

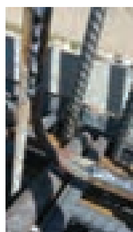


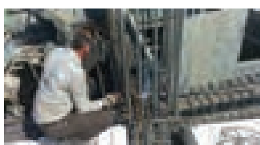
اجرای جوشکاری میلگرد همبندی



کار کارگاهی

جوشکاری میلگردهای همبندی





وسایل مورد نیاز:

۱ـ میلگرد شماره ۱۰

۲ـ الکترود جوش ۲/۵

۳ـ دستگاه جوش با جریان خروجی ۱۲۰ آمپر

۴ـ ماسک و کفش مخصوص

پس از مشاهده فیلم جوش‌کاری هر یک از جوش‌کاری‌های طولی، سه‌راهه، چهارراهه و گوشه را به‌طور جداگانه انجام دهید. اندازه قطعات اتصال در جدول کتاب همراه ذکر شده است.

۸ـ۱ـ۳ـ مراحل اجرای همبندی بعد از بتن‌ریزی

۱ـ۸ـ۱ـ۳ـ اجرا در فونداسیون، سقف‌ها: درصورتی‌که همبندی قبل از بتن‌ریزی در فونداسیون و سقف‌ها انجام نشده باشد، باید با سیم مسی بدون روکش غیرافشان با سطح مقطع $16mm^2$ شبکه همبند را بر روی سطح بتن اجرا نموده، و آن را به نزدیک‌ترین شبکه همبند در دسترس متصل نمود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳ ـ همبندی در سقف

۲ـ۸ـ۱ـ۳ـ اجرا در ستون‌ها: درصورتی‌که همبندی در یکی از ستون‌های طبقات ساختمان، خرپشته و یا موتورخانه آسانسور قبل از بتن‌ریزی انجام نشده باشد، ارتباط شبکه همبند بین طبقات بالا و پایین قطع می‌شود، لذا باید یک رشته سیم مسی با سطح مقطع $16mm^2$ غیرافشان (با روکش و یا بدون روکش) در کنار ستون‌های موردنظر قرار داده و آنها را به شبکه همبندی طبقه بالاتر و همچنین طبقه یا طبقات پایین‌تر متصل نمود.

۹ـ۱ـ۳ـ همبندی اسکلت‌های فلزی

در سازه‌های اسکلت فلزی که تیرها و ستون‌ها با استفاده از پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده‌اند، برای ایجاد اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات فلزی شبکه همبند از یک قطعه سیم مسی رابط استفاده می‌شود. البته اتصالات جوشی قطعات فلزی از نظر اتصال الکتریکی مطمئن بوده و نیاز به اتصال اضافی ندارد.

سیم رابط که به قطعات فلزی متصل می‌شود، جوش ترمیک داده شده یا دو سر آن را کابلشو زده و با دو عدد پیچ جوش‌کاری شده به قطعات متصل شود (شکل ۲۴).





شکل ۲۴ــ اتصال اسکلت فلزی پیچی

فیلم



نحوه اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی



کار کارگاهی

اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی

روش اول استفاده از کابلشو

وسایل مورد نیاز:

۱ــ کابلشو نمره ۱۶

۲ــ کابل مسی نمره ۱۶

۳ــ پرس کابلشو

۴ــ وسایل ایمنی

چنانچه کابل مورد استفاده روکش‌دار باشد، عایق کابل به اندازه عمق کابلشو روکش‌برداری شده و پس از قرار گرفتن در داخل کابلشو، پرس شود.

روش دوم جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز با انواع جوش‌های احتراقی گفته شده یکسان است و تنها تفاوت در نوع قالب به‌کار رفته است.

۱۰ــ۱ــ۳ــ اتصال شبکه همبند شده به سیستم اتصال زمین در جعبه همبندی

سیستم اتصال زمین و همبندی مکمل یکدیگر بوده و باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند. به چند دلیل باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند یکی از این علت‌ها را می‌توان وجود جریان‌های سرگردان در شبکه همبند نام برد. چنانچه این جریان‌ها راه خروجی از شبکه همبند نداشته باشند به مرور زمان موجب خوردگی در شبکه همبند شده و از بین رفتن سازه را به دنبال دارد (شکل ۲۵).



شکل ۲۵ ــ خوردگی در اتصالات

سؤال

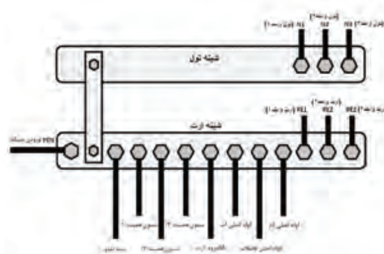


علت‌های اتصال دیگر سیستم‌های زمین به شبکه همبند چیست؟

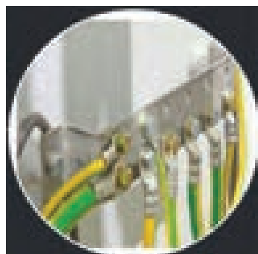
شبکه همبند باید حداقل از سه نقطه به شینه اتصال زمین (شینه ارت) متصل شود (شکل ۲۶).



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۲۶ــ اتصال شبکه همبند و اتصال زمین در جعبه همبندی

نقاط اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان، روی ستون‌های همبند شده، قرار می‌گیرد. یکی از این نقاط باید روی ستون همبند شده شفت راه‌پله و یک نقطه دیگر روی ستونی جانمایی شود که از محل نصب شینه اصلی اتصال زمین (تابلوی اصلی) فاصله کمتری داشته باشد. نقطه یا نقاط باقیمانده روی ستون‌هایی در نظر گرفته شود که دور از یکدیگر و نقاط قبلی باشد.

برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان از یک قطعه فولادی به نام قطعه اتصال استفاده می‌شود. این قطعه یک نبشی فولادی معمولی به ابعاد ۵ × ۵۰ × ۵۰ mm و یا بزرگ‌تر است. یکی از صفحات نبشی به هادی همبندی موجود در ستون، جوشکاری شده و صفحه دیگر برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد و در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف زمین و در جایی قرار می‌گیرد به زیبایی آن محل لطمه‌ای وارد نشود (شکل ۲۷).



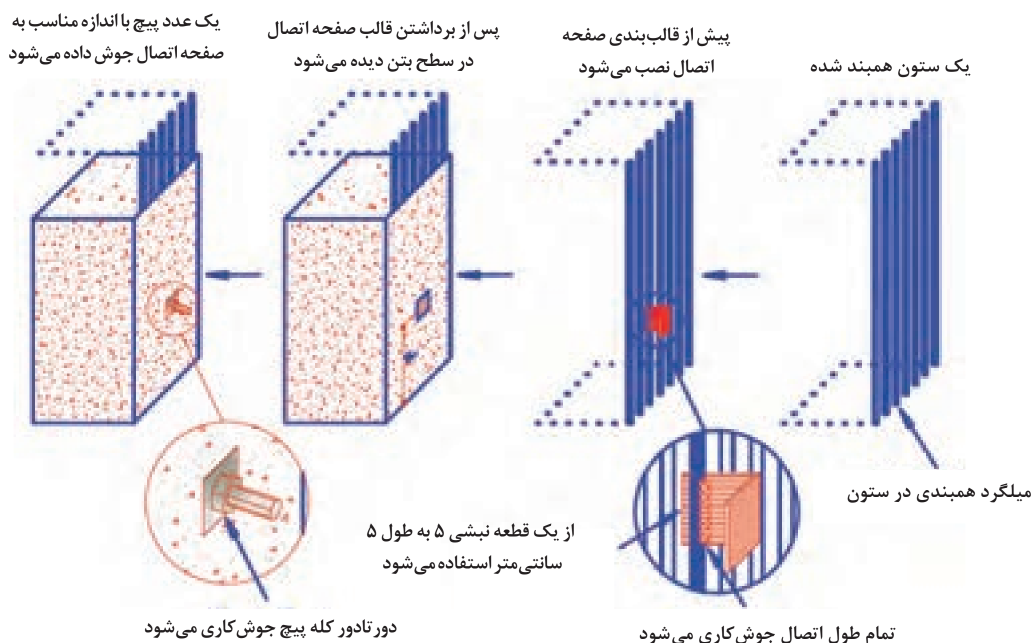
شکل ۲۷ــ قطعه اتصال‌دهنده

برای اتصال هادی‌های ارتباطی به قطعه اتصال باید از جوش ترمیک استفاده شود و یا یک پیچ ضدزنگ (خوردگی) روی این قطعه جوشکاری شده و هادی همبند به کمک کابلشوی مناسب روی این پیچ بسته شود. همچنین تمامی اتصالات و پیچ‌ها در درون جعبه‌ای با در بازشو برای بازدید و تست‌های اولیه و دوره‌ای قرار می‌گیرد (شکل۲۸).



شکل ۲۸ ـ اتصال پیچ ضدزنگ (خوردگی) به قطعه اتصال

در شکل ۲۹ مراحل کامل قطعه اتصال همبندی آورده شده است.



شکل ۲۹ـ مراحل کامل قطعه اتصال همبندی به زمین

فیلم



نحوه اتصال همبندی به اتصال زمین

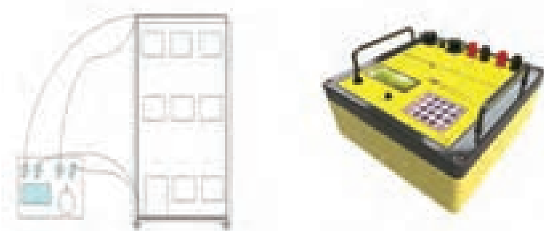
۱۱ـ۱ـ۳ـ تست مقاومت الکتریکی همبندی

پس از اجرای شبکه همبندی این شبکه باید از نظر پیوستگی و مقدار مقاومت مورد آزمایش قرار گیرد. جهت انجام تست پیوستگی از اهم‌متر استفاده می‌شود که دستورالعمل و طرز کار با آن در سال دهم آموزش داده شده است.

ضمناً برای اندازه‌گیری مقاومت شبکه همبندی از دستگاه اندازه‌گیری مقاومت ویژه خاک[1] استفاده می‌شود. این دستگاه چهار سیم دارد؛ دو سیم رابط برای منبع جریان و دو سیم رابط برای منبع ولتاژ و زمانی که مطابق شکل

۱ـ Earth Resistivity

زیر در مدار قرار گیرد، مقاومت سیم مسیر در اندازه‌گیری تأثیر نخواهد گذاشت. لازم به ذکر است که مطابق با استاندارد IEC ۶۲۳۰۵۳ مقاومت شبکه همبند باید از مقدار ۰/۲ اهم کمتر باشد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰ ــ دستگاه چهار سیمه و طریقه اندازه‌گیری

۱۲ــ۱ــ۳ــ اثر الکتروشیمیایی زمین بر الکترودهای همبندی‌شده

علاوه بر نیروهای مکانیکی که ممکن است موجب پارگی‌هادی اتصال زمین شود، خوردگی شیمیایی (اثر مواد شیمیایی خاک روی فلزهادی اتصال زمین) و خوردگی الکتروشیمیایی (تشکیل پیل به‌وسیله فلزات غیر همجنس در زمین)، خطراتی است که هادی اتصال زمین با آنها روبه‌رو است. در مورد خوردگی الکتروشیمیایی، دو فلزی که بیش از همه به هم اتصال داده می‌شود، مس و فولاد است. مس ساده (بدون هرگونه روپوش دیگر مانند قلع و غیره) نسبت به فولاد ساده (بدون هرگونه پوشش مانند گالوانیزاسیون) تشکیل قطب مثبت می‌دهد که سبب خوردگی سریع خواهد شد. در جدول۱تمامی ویژگی‌های الکترودهای مختلف با هم مقایسه شده است.

جدول ۱ــ مقایسه مشخصات انواع الکترودها

	میله کوبیدنی	میله کوبیدنی پیشرفته	الکترود صفحه‌ای	روش یوفر	همبندی	لوله‌های آب فلزی	الکترودهای دفنی شیمیایی
مقاومت حاصله	بد	متوسط	بد	متوسط	بالاتر از متوسط	بد تا عالی	عالی
خوردگی	کم	خوب	کم	خوب	خوب	متغیر	بالا
کاهش مقاومت با سردی هوا	تأثیر بالا	تأثیر کم	تأثیر بالا	تاثیر کم	تأثیر کم	حداقل تأثیر	حداقل تأثیر
کاهش مقاومت با مرور زمان	افزایش	تحت تأثیر	کاهش	تحت تأثیر	تحت تأثیر	تحت تأثیر	بهبود
جریان‌کشی الکترود	کم	متوسط	متوسط	متوسط	بالاتر از متوسط	بد تا عالی	عالی
هزینه نصب	متوسط	عالی	زیر متوسط	زیر متوسط	متوسط	متوسط	بد
پیش‌بینی طول عمر	زیر ۱۵ سال	۲۰ــ۱۵سال	۱۰ــ۵ سال	۲۰ــ۱۵سال	۳۰ــ۲۰سال	۱۵ــ۱۰سال	۵۰ ــ ۳۰ سال


پروژه

ماکت یک سازه شامل فونداسیون، ستون‌ها، سقف و خرپشته در کارگاه آماده شده است. مراحل زیر را به ترتیب انجام داده و ارزشیابی آن توسط هنرآموز انجام شود:

۱ـ نقشه شبکه همبندی توسط نرم‌افزار اتوکد طراحی کنید.

۲ـ همبندی توسط سیم مسی اجرا کنید.

۳ـ تست همبندی توسط میگر و دستگاه چهار سیمه انجام داده و مقدار مقاومت اندازه‌گیری کنید.

۴ـ شبکه همبند به سیستم زمین متصل شده و مقاومت هر دو با هم اندازه‌گیری کنید.

۲ـ۳ـ صاعقه



شکل ۳۱ـ صاعقه

صاعقه جزء پدیده‌های متداول طبیعت و یکی از زیباترین و در عین‌حال خطرناک‌ترین رخدادهای طبیعی می‌باشد. در هر ۱۰۰ ثانیه یک تخلیه الکتریکی در آسمان اتفاق می‌افتد که ۹۰ درصد آن رعد و برق و ۱۰ درصد آن صاعقه است (شکل ۳۱).

سؤال



تفاوت بین صاعقه و رعد و برق چیست؟

اولین تأثیر صاعقه آتش‌سوزی است که باعث خسارت سنگین به لوازم برقی، خطوط تلفن و شبکه‌های رایانه‌ای می‌شود و ضرر مالی برای افراد، شرکت‌ها و سازمان‌ها را به دنبال دارد.

۱ـ۲ـ۱ـ تعریف صاعقه

صاعقه پدیده‌ای جوی است که امکان وقوع آن در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین یک توده ابر و زمین، موجب تخلیه الکتریکی ناگهانی و ایجاد جرقه‌ای عظیم می‌شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۲ــ علت وقوع صاعقه

بحث کنید



آیا امکان تخلیه الکتریکی از سمت زمین به توده ابر نیز وجود دارد؟

۱ــ۲ــ۳ــ انواع صاعقه

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین توده‌های ابر در اثر مالش باعث ایجاد آذرخش یا صاعقه می‌شود. صاعقه انواع مختلفی دارد که ۹۰ درصد آنها تخلیه الکتریکی بین ابری است. شدت جریان صاعقه بین ۱۰ تا ۳۰ کیلوآمپر بر میکروثانیه است. بزرگ‌ترین جریان ثبت‌شده تاکنون ۲۰۰ کیلوآمپر بوده است. در اثر تخلیه الکتریکی صاعقه، اضافه ولتاژ در محل تخلیه ایجاد می‌شود.

اضافه ولتاژ عاملی است که می‌تواند شدیداً تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی را به خطر انداخته یا غیرقابل استفاده کند. یکی از عوامل ایجاد اضافه ولتاژ ضربه‌های مستقیم صاعقه و میدان الکترومغناطیسی آن می‌باشد (شکل ۳۳).



شکل ۳۳ ــ میدان الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه

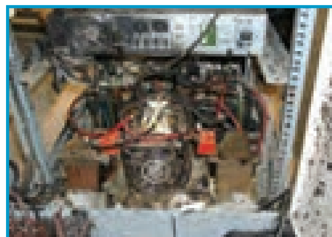
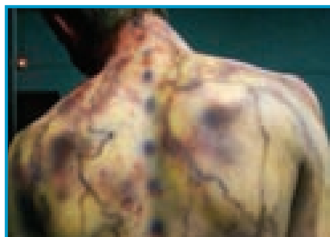
تحقیق کنید



اثر الکترومغناطیسی صاعقه در گذشته چه خساراتی به شرکت‌های رایانه‌ای و الکترونیکی وارد کرده است؟

۲ـ۲ـ۳ـ خطرات برخورد صاعقه

برخورد صاعقه می‌تواند خطرات جانی برای افراد و موجودات زنده و یا سازه‌ها و وسایل داخل سازه را داشته باشد (شکل ۳۴).

شکل ۳۴ ـ سوختگی در اثر صاعقه

خطرات جانی صاعقه در اثر عوامل زیر اتفاق می‌افتد:

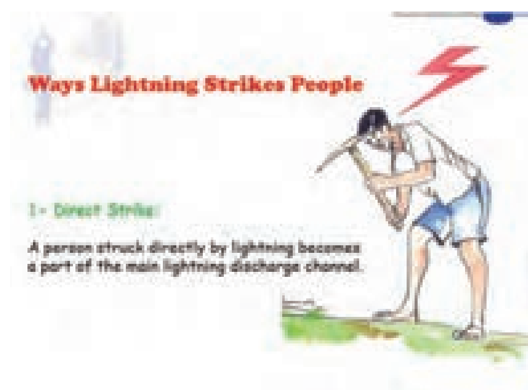
۱ـ برخورد مستقیم صاعقه

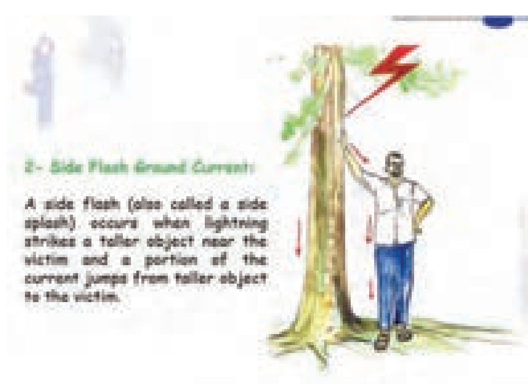
۲ـ ولتاژ گام

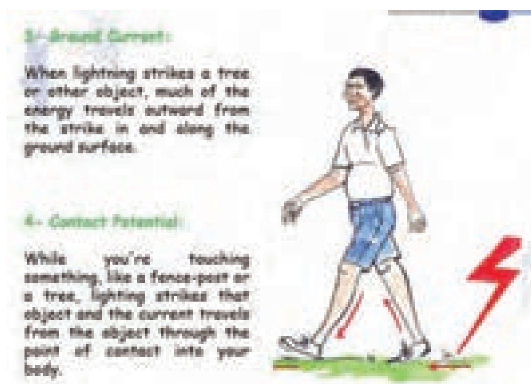
۳ـ ولتاژ تماس

۴ـ اثرات جانبی صاعقه

متون شکل ۳۵ را ترجمه و همراه با شکل آن تفسیر کنید.







شکل ۳۵ـ ترجمه متون

۳ـ۲ـ۳ـ خطرات صاعقه برای سازه‌ها و وسایل داخل سازه‌ها

برخورد صاعقه با سازه‌ها می‌تواند منجر به اتفاقات زیر شود، به همین دلیل باید صاعقه را مهار کرد.

۱ـ انفجار یا آتش گرفتن وسایل در اثر گرمای تولیدی صاعقه

۲ـ آتش‌سوزی و یا انفجار ناشی از گرما در اثر عبور جریان بالا از هادی‌ها و یا قسمت‌های فلزی

۳ـ ریزش سقف در اثر گرمای ناشی از محل برخورد صاعقه

۴ـ خرابی قسمت‌های داخلی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی

با توجه به مطالب فوق ضرورت دارد که ساختمان‌ها و سازه‌ها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه به سیستم‌های حفاظت در برابر صاعقه مجهز شوند.

برای ایجاد یک حفاظت مناسب، نیاز به مجهز شدن سازه به دو نوع حفاظت است.

۱ـ حفاظت خارجی

۲ـ حفاظت داخلی

۴ـ۲ـ۳ـ حفاظت خارجی

منظور از حفاظت خارجی ایجاد شرایط و مسیری برای جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان یا سازه است.

این سیستم حفاظت صاعقه خارجی شامل سه بخش است:

الف) جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به ساختمان و تأسیسات بیرونی (توسط پایانه هوایی) مطابق شکل ۳۶.



شکل ۳۶ ــ جلوگیری از برخورد صاعقه

ب) هدایت ایمن جریان صاعقه به زمین (توسط سیستم هادی نزولی) مطابق شکل ۳۷.



شکل ۳۷ ــ هدایت صاعقه

ج) پراکنده کردن جریان صاعقه در زمین (توسط سیستم پایانه‌های زمین) مطابق شکل ۳۸.



شکل ۳۸ ــ پراکنده کردن صاعقه در زمین

برای جلوگیری از اصابت مستقیم صاعقه سه سیستم مطابق شکل ۳۹ کاربرد دارد:

- صاعقه‌گیر
- سیستم سیم هوایی
- سیستم مش



شکل۳۹ــ روش‌های جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه

۵ــ۲ــ۳ــ حفاظت داخلی

به عبارت دیگر، حفاظت داخلی به مجموعه فعالیت‌هایی گفته می‌شود که خطرات ناشی از اضافه ولتاژ صاعقه را در داخل ساختمان مهار می‌کند. آنچه از سیستم حفاظت داخلی انتظار می‌رود جلوگیری از خطرات جرقه و اضافه ولتاژ خطرناک در داخل ساختمان با استفاده از همبندی به‌منظور هم‌پتانسیل‌سازی یا جداسازی تجهیزات حساس الکتریکی و الکترونیکی از اجزای سیستم حفاظت صاعقه می‌باشد (شکل ۴۰).



شکل ۴۰ ــ حفاظت داخلی

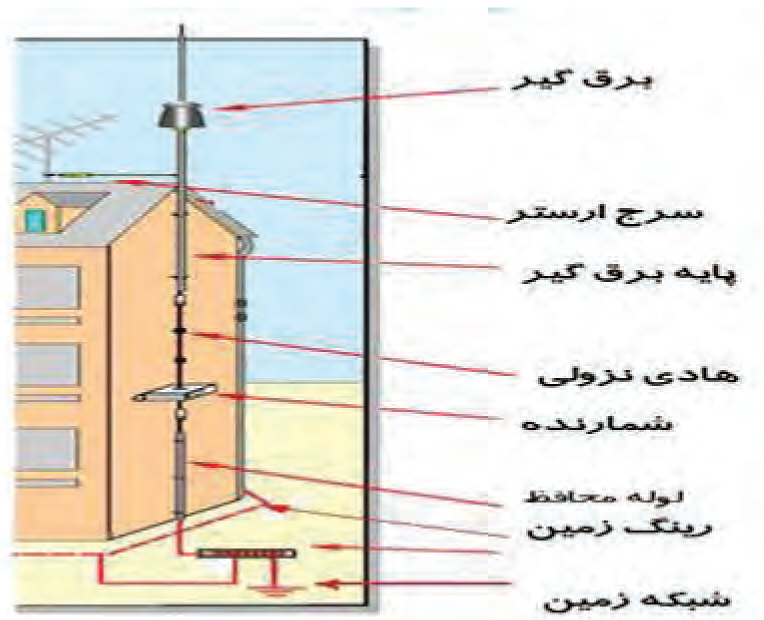
۶ــ۲ــ۳ــ تجهیزات سیستم صاعقه‌گیر:

هر سیستم صاعقه‌گیر از ۳ قسمت اصلی زیر تشکیل‌شده است.

۱ــ میله‌های صاعقه‌گیر (برق‌گیر)
محل اصلی برخورد صاعقه به این میله در بالاترین ارتفاع ساختمان است.

۲ــ هادی‌های نزولی
مسیر هدایت صاعقه از طریق میله صاعقه‌گیر و هادی نزولی به زمین است.

۳ــ شبکه ارتینگ رینگ اطراف ساختمان و چاه زمین
صاعقه پس از عبور ازهادی‌های نزولی به شبکه اتصال زمین می‌رسد و در این اتصال به زمین تخلیه می‌شود (شکل ۴۱).



شکل ۴۱ــ تجهیزات صاعقه‌گیر

۱ــ۶ــ۲ــ۳ــ میله‌های صاعقه‌گیر

صاعقه‌گیر باید سایر نقاط موجود ساختمان را مورد حفاظت قرار دهد و وظیفه آن، جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان و تخلیه جریان صاعقه به زمین است (شکل ۴۲).



شکل ۴۲ــ میله صاعقه‌گیر

۲ــ۶ــ۲ــ۳ــ انواع میله‌های صاعقه‌گیر:

صاعقه‌گیرها به‌طور کلی به دو دسته صاعقه‌گیرهای غیرفعال[۱] و صاعقه‌گیرهای فعال[۲] تقسیم‌بندی می‌شوند.

۳ــ۶ــ۲ــ۳ــ صاعقه‌گیرهای غیرفعال:

به صاعقه‌گیرهایی گفته می‌شود که هیچ عامل تشدیدکننده‌ای غیر از شکل خاص آنها برای عبور جریان وجود ندارد. صاعقه‌گیر فرانکلین از مهم‌ترین انواع این نوع صاعقه‌گیر است. از این نمونه می‌توان به صاعقه‌گیر ژوپیتر و جوجه‌تیغی نیز اشاره کرد (شکل ۴۳).

۱ــ Passive

۲ــ Active



شکل ۴۳ـ صاعقه‌گیر فعال

صاعقه‌گیر فرانکلین ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین برق‌گیر است این صاعقه‌گیر شامل یک میله ساده نوک‌تیز بوده و شکل مخروطی از میله‌های نوک تیز که به فاصله ۴۵ درجه از میله سازه است. در محاسبات عملی برای بالا رفتن اطمینان این زاویه را ۳۵ درجه در نظر می‌گیرند (شکل ۴۴).



شکل ۴۴ـ صاعقه‌گیر فرانکلین



فیلم

نحوه نصب و تعیین محدوده حفاظتی با استفاده از صاعقه‌گیر فرانکلین



کار عملی

نصب صاعقه‌گیر فرانکلین

هدف: نصب صاعقه‌گیر

برای انجام این کار به وسایل زیر نیاز داریم :

۱ـ میله نوک‌تیز صاعقه‌گیر

۲ـ فلنچ نگهدارنده پیچی

۳ـ تسمه مسی

۴ـ بست‌های نگهدارنده

ابتدا صاعقه‌گیر را روی سقف کارگاه برق نصب نموده و تسمه مسی را به انتهای میله با استفاده کوپلینگ اتصال میله ببندید. سپس با بست‌های نگهدارنده این سیم هوایی را به چاه زمین متصل نمایید (شکل ۴۵).

مراحل کار عملی را مطابق شکل زیر دنبال کنید:



شکل ۴۵- مراحل کار کارگاهی

۴ـ۶ـ۲ـ۳ـ صاعقه‌گیرهای فعال: به صاعقه‌گیرهایی گفته می‌شود که به‌واسطه انرژی دریافتی از منبع خارجی یا تولید شده به‌صورت خودکفا هوای اطراف خویش را یونیزه نموده و ایمنی بیشتری را ایجاد می‌نماید (شکل ۴۶).



شکل ۴۶ـ صاعقه‌گیر فعال

صاعقه‌گیرهای فعال از نظر نیاز به انرژی به دو گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شود:

صاعقه‌گیرهای وابسته که برای فعال شدن به یک منبع خارجی مانند باتری یا برق شهر نیاز دارند.

صاعقه‌گیرهای خودکفا برای فعال شدن انرژی را توسط یک مکانیزم داخلی از محیط اطراف دریافت می‌نمایند این صاعقه‌گیرها شامل صاعقه‌گیرهای:

۱ـ اتمی ۲ـ بادی یا پیزوالکتریک ۳ـ خورشیدی ۴ـ الکترونیک خازنی ـ اتمسفریک می‌باشند.

از بین ۴ صاعقه‌گیر فعال فوق صاعقه‌گیرهای الکترونیکی بیشترین کاربرد را در ساختمان‌ها دارد.

۵ـ۶ـ۲ـ۳ـ صاعقه‌گیر الکترونیک خازنی ـ اتمسفریک



شکل ۴۷ـ صاعقه‌گیر الکترونیکی

شیوه عملکرد این صاعقه‌گیر براساس وجود پتانسیل الکتریکی اتمسفر طراحی شده و درصورتی‌که شرایط جوی فاقد پتانسیل الکتریکی باشد، این صاعقه‌گیر همانند یک صاعقه‌گیر ساده است و فعالیتی ندارد. واحد حس‌کننده وقتی انرژی الکتریکی اتمسفر فراتر از حد معینی (۵KV/m) می‌رسد، بخش شارژ را برای جمع‌آوری انرژی به‌کار می‌اندازد. عملکرد این نوع صاعقه‌گیر به علت وابستگی به شرایط جوی صاعقه‌خیز بهترین کارایی را دارد (شکل ۴۷).

۶ـ۶ـ۲ـ۳ـ نکات مهم در نصب صاعقه‌گیرها

- میله‌ها تا آنجا که امکان دارد به لبه پشت‌بام نزدیک باشد.
- فلز مناسب برای کاهش خطر خوردگی انتخاب شود (در داخل زمین و خاک از جنس مس و در بیرون آنها از جنس آلومینیوم و رابط آنها اتصال دوفلزی Bimetal باشد).
- میله‌های صاعقه‌گیر باید دارای سیستم نصب مطمئن باشد.
- میله‌ها باید در مکان‌هایی نصب شوند که امکان جاری شدن آب روی آن وجود نداشته باشد.
- اتصالات نگهدارنده میله به نحوی نصب شود تا میله صاعقه‌گیر به داخل پشت‌بام (در اثر گرما) نفوذ نکند.



توجه کنید

صاعقه‌گیرهای فعال از نظر قیمت بسیار گران هستند ولی این صاعقه‌گیرها همیشه بهترین گزینه نیستند. زیرا در شرایط مساوی محیط اطراف، صاعقه را به سمت خود می‌خوانند. اگر سیستم حفاظتی مناسب نباشد و طراحی و بازرسی آن درست نباشد، به مفهوم آن است که به استقبال خطر رفته‌ایم.

۷ـ۲ـ۳ـ تجهیزات جانبی صاعقه‌گیر الکترونیکی

هر صاعقه‌گیر الکترونیک شامل تجهیزات جانبی زیر می‌باشد:

۱ـ کنتور صاعقه‌گیر (شمارشگر): وظیفه کنتور صاعقه‌گیر نمایش و ضبط تعداد صاعقه‌های جذب‌شده و تخلیه شده می‌باشد (شکل ۴۸).



شکل ۴۸ ـ کنتور صاعقه‌گیر

۲ـ ریموت تستر: وظیفه ریموت تستر آزمایش صحت عملکرد مدارات الکترونیکی داخلی صاعقه‌گیر از فاصله ۱۰۰ متری قابل‌کنترل سیستم است (شکل ۴۹).



شکل ۴۹ ـ ریموت صاعقه‌گیر

۳ـ بست U-Double: کاربرد این بست اتصال هادی نزولی (تسمه/سیم) به دستگاه صاعقه‌گیر است. جنس این بست فولاد گالوانیزه و دارای محل مخصوص قرارگیری هادی نزولی می‌باشد (شکل ۵۰).



شکل ۵۰ـ بست U شکل

۴ـ بست ابرویی: کاربرد این بست نصب پایه تلسکوپی صاعقه‌گیر به زیرساخت محل نصب صاعقه‌گیر می‌باشد (شکل ۵۱).



شکل۵۱ ـ بست ابرویی D

۵ـ پایه صاعقه‌گیر: این پایه برای نصب صاعقه‌گیر بر روی آن (برای افزایش ارتفاع) می‌باشد و جنس این پایه فولاد با روکش گالوانیزه است. همچنین دارای محل مخصوص قرارگیری پایه دستگاه صاعقه‌گیر بوده و قابلیت نصب به یکدیگر و افزایش طول پایه‌ها تا ارتفاع ۴ متر را دارد (شکل ۵۲).



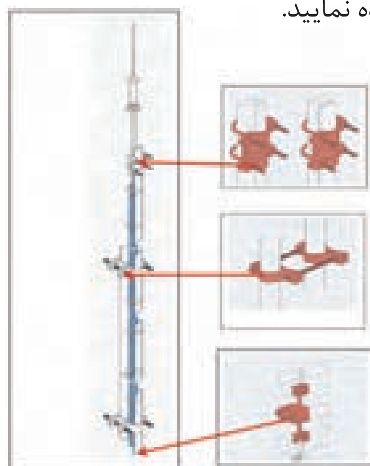
شکل ۵۲ـ پایه صاعقه‌گیر E



کار عملی

نصب صاعقه الکترونیکی

مطابق شکل ۵۳ یک صاعقه‌گیر الکترونیکی را همراه با کنتور و بست‌های مربوطه و هادی نزولی نصب نمایید. در مسیر هادی نزولی از کنتور استفاده نمایید.



شکل ۵۳ ـ تجهیزات کار عملی

۸ـ۲ـ۳ـ هادی‌های نزولی

هادی‌های نزولی مسیرهای انتقال جریان صاعقه از محل برخورد آن با میله‌های صاعقه‌گیر به نقطه پایانی (اتصال زمین) هستند. لازم به یادآوری است که استفاده از قسمت‌های فلزی سازه به‌عنوان هادی نزولی با رعایت شرایط مجاز می‌باشد.

۱ـ۸ـ۲ـ۳ـ شرایط نصب هادی نزولی

برای نصب هادی‌های نزولی شرایط زیر باید فراهم شود:

- چند مسیر برای تخلیه جریان صاعقه ایجاد نماید.
- تا حد امکان مسیرها کوتاه و مستقیم باشد.
- نصب هادی در امتداد صاعقه‌گیرها اجرا شود.
- از حلقه‌های هم‌پتانسیل‌سازی استفاده شود.
- به دهانه ناودان یا به ناودان متصل نباشد حتی اگر با لوله PVC پوشانده شده باشد.
- هادی نزولی باید در هر متر با سه بست به سازه متصل شود.
- هادی نزولی توسط بست آزمایشی به شبکه الکترودهای مدفون‌شده در خاک متصل شود.

۹ـ۲ـ۳ـ سیستم زمین

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های سیستم حفاظت صاعقه سیستم زمین است.

با اصابت صاعقه (آذرخش) یا برق به برق‌گیر انرژی الکتریکی آن به برق‌گیر منتقل می‌شود و سیستم هادی میانی وظیفه دارد از یک مسیر مناسب که در طراحی مدنظر بوده آن را به سیستم زمین منتقل کند. کار سیستم ارت به تزریق انرژی صاعقه به زمین منتهی می‌شود بدون اینکه تخلیه مسیرهای نادرست صورت گیرد.

با توجه به توضیح بالا معلوم می‌شود قسمت زمین سیستم ارت باید به نحوی تخلیه انرژی به زمین را در کمترین زمان انجام می‌دهد زمین مبنای پتانسیل الکتریکی بوده و مقاومت صفر است ولی به علت وجود لایه‌های پوسته زمین، در سطح زمین مقاومت آن دقیقاً صفر نیست و باید با ایجاد سیستم زمین مناسب مقاومت زمین را به صفر نزدیک کرد تا قابلیت جذب انرژی صاعقه را داشته باشد. پس مهم‌ترین مؤلفه یک سیستم زمین مقدار مقاومت اهمی است. هر چه این مقدار پایین‌تر باشد اتصال زمین بهتر است. برای سیستم‌های قدرت، مقاومت اتصال زمین زیر ۱۰ اهم قابل‌قبول است ولی برای سیستم‌های حساس مانند سیستم‌های مخابراتی معمولاً مقاومت زیر ۳ اهم مدنظر است. موارد خاص با توجه به پیشنهاد سازنده دستگاه این مقدار تغییر می‌یابد.

۱۰ـ۲ـ۳ـ روش‌های طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه

برای تعیین محل نصب پایه‌های صاعقه‌گیر سه روش زیر وجود دارد.

۱ـ روش زاویه حفاظتی

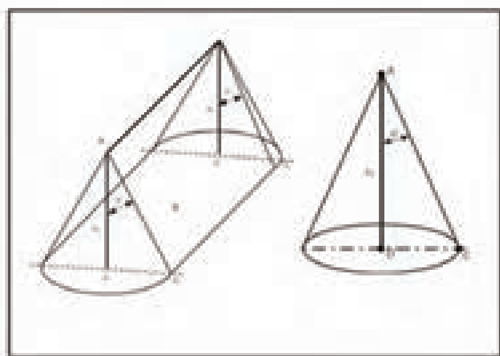
۲ـ روش مش

۳ـ روش گوی غلتان

۱۱ـ۲ـ۳ـ روش زاویه حفاظتی: این روش برای سطوح شیب‌دار قابل استفاده است. در این سطوح میله‌های صاعقه‌گیر نسبت به افق عمودی نصب می‌شوند به‌طوری‌که محدوده حفاظتی مد نظر زاویه حفاظتی برآورده شود (شکل ۳۵). معمولاً این روش برای تکمیل روش مش در ساختمان‌هایی که در سطح هموار برآمدگی دارند استفاده می‌شود. این روش ساده‌ترین روش جایابی صاعقه‌گیر است و برای میله‌های صاعقه‌گیر فرانکلین به‌کار

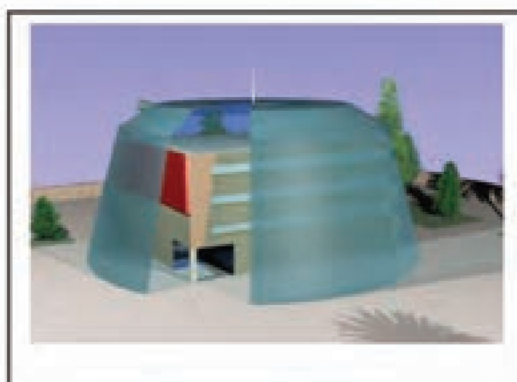
می‌رود اما به اندازه روش گوی غلتان مؤثر و قابل‌اطمینان نیست. همچنین این روش برای ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۲۰ متر مناسب نیست (شکل ۵۴).

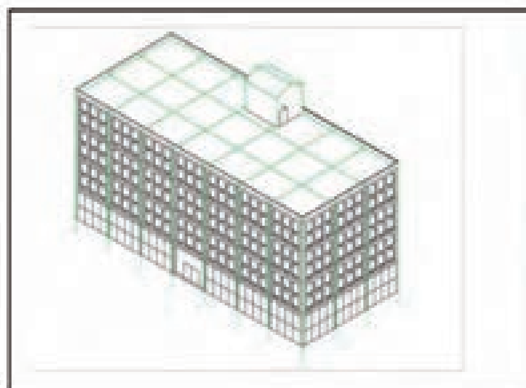




شکل ۵۴- روش زاویه حفاظتی

۱ـ۱۱ـ۲ـ۳ـ روش مش (قفس فاراده): در این روش تسمه‌های مسی را به‌صورت متقاطع به نحوی بر روی سطح خارجی ساختمان نصب می‌کنند که فاصله این تسمه‌های مسی، متناظر با اعداد مرتبط با کلاس حفاظتی است. برای ساختمان‌های بلندتر از ۶۰ متر، برای ۲۰ درصد دیوارهای بخش بالایی ساختمان نیز این روش اجرا می‌شود (شکل ۵۵).





شکل ۵۵ ـ روش مش (قفس فاراده)

تحقیق کنید

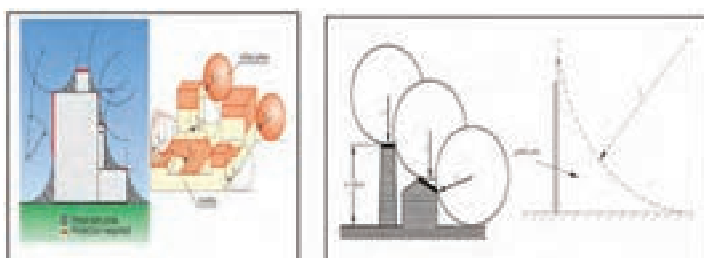


در مورد قفس فاراده تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش داده و در مورد کاربردهای آن در صنایع مختلف بحث نمایید. (شکل ۵۶).



شکل ۵۶ـ قفس فاراده

۲ـ۱۱ـ۲ـ۳ـ روش گوی غلتان: در این روش کره‌ای فرضی روی سازه غلتانده می‌شود و قسمت‌هایی از سازه که گوی با آن محدودتر تماس پیدا می‌کند، مستعد برخورد صاعقه و نیازمند محافظت تشخیص داده می‌شود و پایانه‌های صاعقه‌گیر در آن مناطق نصب می‌شود. این روش جامع و درعین‌حال روشی ساده برای تعیین محل پایانه‌های صاعقه‌گیر است (شکل ۵۷).



شکل ۵۷ـ روش گوی غلتان

تحقیق کنید



به نظر شما هواپیماها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه از کدام روش فوق استفاده می‌کنند؟

فعالیت



با توجه به سطح‌های حفاظتی و جداول مربوطه در کتاب همراه تعداد صاعقه‌گیرها و اندازه سطح حفاظتی هرکدام را توسط سه روش فوق برای سقف کارگاه برق به دست آورده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

۱۲ـ۲ـ۳ـ حفاظت ثانویه

علاوه بر خطرات اشاره‌شده در بالا برخورد مستقیم صاعقه موجب القای شوک‌های الکتریکی در خطوط برق و تغذیه (سیم‌کشی برق، دربازکن، تلفن، تلویزیون، کامپیوتر و نظایر آن) می‌شود. با توجه به رشد روزافزون استفاده از تجهیزات الکترونیکی در لوازم خانگی، حفاظت وسایل الکتریکی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین برای حفاظت از این سیستم‌ها و کنترل شوک‌ها[1]، باید از حفاظت‌کننده‌های اضافه ولتاژ یعنی برق‌گیر مطابق با استاندارد IEC۶۱۶۴۳-IEC۶۱۰۲۴ استفاده کرد.

به وسیله‌ای که دستگاه‌های الکترونیکی و مخابراتی را در مقابل شوک‌های ناشی از صاعقه محافظت می‌کند،

۱ـ Surge Voltage

سرج‌ارستر یا SPD [1] گفته می‌شود. در این هنگام ایجاد شوک‌های الکتریکی، جریان اضافه را به زمین منتقل کرده و از آسیب به دستگاه‌های الکتریکی محافظت می‌کند.
سرج‌ارسترها از نظر کلاس حفاظتی به چند دسته تقسیم می‌شوند:

● **ارستر کلاس B:** این ارسترها به‌عنوان حفاظت اولیه در برابر صاعقه با تحمل جریان ۱۰۰KA مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این نوع از سرج‌ارستر به‌منظور محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی در برابر جریان گذرای ناشی از رعد و برق استفاده می‌شود و دارای بهره‌وری و اثربخشی بالایی می‌باشد. این سرج برای حفاظت از تأسیسات برقی و تجهیزات الکترونیکی در هنگام اضافه ولتاژ و یا جریان رعد و برق مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای ظرفیت تخلیه بالایی می‌باشد (شکل۵۸).



شکل۵۸ ــ کلاس B

● **ارستر کلاس C:** این ارسترها برای محافظت در مقابل سوئیچینگ می‌باشند که به‌عنوان حفاظت ثانویه در مقابل اضافه ولتاژ عمل می‌کنند و ولتاژ نشتی از ارسترهای کلاس B را حذف می‌نمایند و همچنین ولتاژهای ناشی از سوئیچینگ، بر روی شبکه برق قدرت را به زمین منتقل می‌نماید (شکل ۵۹).



شکل ۵۹ ـ کلاس C

سرج ارستر کلاس C طوری طراحی شده است که رابط میان هادی سیستم الکتریکی و زمین باشد و میزان

۱ـ Surge Protective Devices

اضافه ولتاژ در دستگاه الکتریکی را کاهش دهد. سرج ارستر کلاس C برای محافظت از تجهیزات الکتریکی در هنگام تغییر ولتاژ ناشی از رعد و برق به کار می‌رود. این سرج‌ارستر به دلیل آنکه دارای وریستور اکسید فلزی می‌باشد از ظرفیت تخلیه بالایی برخوردار است.

● **ارستر کلاس B+C:** این نوع ارسترها بالاترین حفاظت را در حالت اضافه ولتاژ ناگهانی دارا می‌باشند و در تابلوسازی، مخابرات، مراکز صنعتی و نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه بیشتر از این ارسترها استفاده می‌شود.

سرج ارستر کلاس B+C برای حفاظت از سیستم‌های الکتریکی در زمان توزیع ولتاژ پایین ناشی از صاعقه و یا سوئیچ داخلی دستگاه‌های الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی این نوع از سرج ارستر آن است که به هنگام تخلیه جریان اضافی گازهای داغ یونیزه صادر نمی‌کند بنابراین نیاز نیست که از وسایل قابل اشتعال دورنگه داشته شود (شکل ۶۰).



شکل ۶۰ ــ کلاس B+C

● **ارستر کلاس D:** جهت تکمیل و مقابله با اضافه ولتاژ از این نوع ارسترها استفاده می‌گردد.

سرج ارستر کلاس D در خطوطی که دارای ولتاژ پایین می‌باشند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع ازسرج ارستر نباید در معرض مستقیم صاعقه قرار گیرد (شکل ۶۱).



شکل ۶۱ ــ کلاس D

● **ارستر مخابراتی:** این نوع ارسترها برای حفاظت از خطوط کابل‌های CAF۵ و CAT۶ و همچنین برای

حفاظت از دوربین‌های مداربسته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

● **ارستر دوربین:** این ارستر برای محافظت از انواع دوربین‌های مداربسته، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ارستر می‌تواند در صورت وقوع صاعقه در مسیر سیگنال و ارتباط الکتریکی دوربین‌ها، باعث جلوگیری از آسیب به دوربین شود (شکل ۶۲).



شکل ۶۲ ــ سرج‌ارستر دیتا و دوربین

روش نصب سرج‌ارستر

سرج‌ارسترها، به‌صورت سری یا موازی در مدار قرار می‌گیرند. اتصال سری یا موازی بستگی به نوع کاربرد آنها دارد. همیشه سرج‌ارستر بعد از کلید اصلی و قبل از کلید محافظ جان (RCD) ، از روی ریل تابلوهای توزیع برق واحد قرار می‌گیرد. اکثر سرج‌ارسترهای تولیدشده توسط شرکت‌های معتبر، به‌صورت ماژولار هستند و از دو قطعه پایه و ماژول حفاظتی تشکیل می‌شود. ماژول حفاظتی به شکل خشاب مانند از پایه خارج‌شده یا به آن وارد می‌شود. هرچند در برخی ظرفیت‌های ضربه، پایه و ماژول حفاظتی یکپارچه بوده و قابل جداسازی نیستند. طول عمر سرج‌ارستر بستگی مستقیم به تعداد و قدرت صاعقه‌ها یا ضربات اضافه ولتاژهای حاصل از کلید زنی (سوئیچینگ) در شبکه دارد (شکل ۶۳).



خشاب سرج‌ارستر



خشاب به‌همراه پایه



سرج‌ارستر یکپارچه

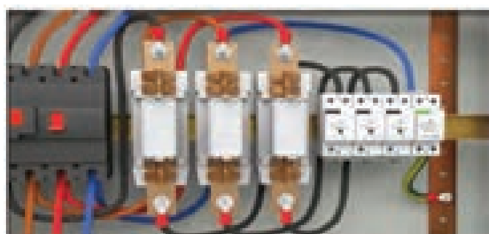
شکل۶۳ ــ انواع سرج‌ارستر از نظر نصب

فیلم



نصب سرج ارستر در تابلو

سرج‌ارسترها در انواع تک فاز، فاز و نول، نول، دو فاز، دو فاز و نول، سه فاز و سه فاز و نول تولید می‌شود که هر یک به اقتضای محل و شرایط، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته مهم در این رابطه عدم ارتباط داخلی سرج‌ارسترها با یکدیگر است. مدار و عملکرد سرج ارسترها کاملاً از یکدیگر مستقل است و برخلاف فیوزهای مینیاتوری، کلیدهای اتوماتیک یا موارد مشابه، اختلال در یکی از فازها موجب قطع هر سه فاز نمی‌شود. در پایه‌های دوپل و بالاتر، صرفاً یک شینه (باس بار) مسیرهای خروجی به ارت را به یکدیگر متصل می نماید. این کار فقط به‌منظور کاهش، و صرفه‌جویی در مقدار سیم‌کشی است (شکل ۶۴).



شکل ۶۴- نصب سرج ارستر



کار عملی

نصب سرج استر در تابلوی برق

یک سرج‌ارستر سه فازه و تک‌فازه را در تابلوی برق کارگاه نصب نموده و اتصال شینه ارت به سرج‌ارستر را با استفاده از کابلشو انجام دهید.

۳ـ۳ـ ارزیابی خطر صاعقه بر سازه

یکی از سؤالاتی که همیشه مطرح می گردد اینست که چه ساختمانهایی نیاز به نصب سیستم صاعقه گیر دارند و چگونه این ساختمانها مشخص می گردند . جهت ارزیابی خطر صاعقه بر سازه موارد زیر مورد نظر می باشد :

موقعیت سازه

نوع کاربری

نوع سازه(اسکلت فلزی،بتونی، چوبی، مصالح بنایی و ...)

ارتفاع سازه

تعداد ضربات احتمالی بر سازه

معیار ارزیابی نیاز سازه به سیستم حفاظتی، محاسبه ضریب خطر کلی (Po) است . اگر این مقدار ضریب خطر با توجه به محاسبات و فرمولهای ذیل از یک هزارم درصد(۰٫۰۰۰۰۱)، بیشتر یا مساوی باشد سیستم حفاظتی، ضروری به نظر می رسد و اگر نتیجه کمتر از مقدار فوق باشد باید بررسی دقیق از سازه، موقعیت، و مصالح متشکله انجام و سپس تصمیم گیری لازم در خصوص نیاز و یا عدم نیاز به حفاظت اتخاذ گردد.

محاسبات ضریب خطر کلی (Po) طبق روابط زیر است :

$$Ac = L.W + 2.L.H + 2W.H + 3.14(H)^2$$

$$P = Ac \times Ng \times 10^{-6}$$

$$Ko = A \times B \times C \times D \times E$$

$$Po = P \times Ko$$

در فرمولهای فوق :

Ac:منطقه تجمعی بر حسب متر مربع

Ng: چگالی تخلیه صاعقه به زمین(عدد ایزوکرونیک) بر حسب سال بر کیلومتر مربع می باشد که اگر در دسترس نباشد از رابطه زیر قابل محاسبه است

$$Ng = 0.04(Td)^{1.25}$$

در رابطه فوق (Td) تعداد روزهای توام با صاعقه در سال است که از نقشه های هواشناسی بدست می آید. یک نمونه از این نمودارهای در نمودار شماره ۱ کتاب همراه هنرجو آمده است .

H: ارتفاع سازه بر حسب متر　　L:طول سازه بر حسب متر　　W:عرض سازه بر حسب متر می باشد.

ضرایب D،C،B،A و E به ترتیب مربوط به کاربری و اهمیت سازه‌ها، نوع سازه، اثرات منتجه و اجزای داخلی سازه، ضریب عایقی و موقعیت سازه می باشد که از جداول ۱ـ۱ تا ۱ـ۵ (کتاب همراه هنرجو) بدست می‌آید

مثال:

کارخانه ای دارای مواد قابل اشتعال به طول ۳۷ ، عرض ۲۳ و ارتفاع ۸ متر بر روی تپه ای که اطراف آن انبوهی از درختان بلند می باشد، قرار گرفته است . اسکلت این کارخانه از نوع فولادی و سقف غیر فلزی در منطقه ای قرار گرفته است که تعداد روزهای توام با صاعقه ۱۷ روز می باشد . محاسبه نمایید آیا این کارخانه نیاز به سیستم صاعقه گیر دارد یا خیر

حل:

با توجه به داده های مسئله و جداول داریم :

$$Ng = 0.04(Td)^{1.25} = 0.04(17)^{1.25} = 2.76$$

از جداول همراه هنرجو داریم :

۰,۴=E　　۰,۱۵=D　　۰,۴۵=C　　۰,۲=B　　۱,۱=A

پس:

$$Ac = 23\times37 + 2\times23\times8 + 2\times37\times8 + 3.14(8)^2 = 2011.96$$
$$P = 2011.96\times2.76\times10^{-6} = 0.00555$$
$$Ko = 0.4\times0.15\times0.45\times0.2\times1.1 = 0.00594$$
$$Po = 0.00555\times0.00594 = 0.0000329$$

با توجه به اینکه۰,۰۰۰۰۱ < ۰,۰۰۰۰۳۲۹ می باشد بنابراین این کارخانه نیاز به سیستم حفاظتی در مقابل صاعقه را دارد.

یک مجتمع تجاری اداری در تهران با اسکلت و سقف بتونی بروی سطح زمین به طول ۴۰ و عرض ۲۵ و ارتفاع ۲۱ متر در مکانی با سازهای مرتفع بنا شده است . محاسبه نمایید آیا این سازه به صاعقه گیر نیاز دارد یا خیر؟

ارزشیابی شایستگی همبندی و صاعقه‌گیر

شرح کار:
- همبندی به میلگرد سازه
- جوش کدولد در همبندی
- جوش‌کاری میلگرد همبندی
- نصب صاعقه‌گیر

استاندارد عملکرد:اجرای اتصالات همبندی با جوش احتراقی و جوشکاری - نصب صاعقه‌گیر - اتصال زمین

شاخص‌ها:
- همبندی و اتصالات آن
- صاعقه‌گیر و نصب آن

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب ـ ابزار مناسب ـ مدت زمان متناسب با حجم کار
ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق ـ باتری لید اسید ـ اینورتر ـ لباس کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	روش‌های همبندی	۲	
۲	نصب صاعقه‌گیر و متعلقات آن	۲	
۳	جوشکاری اتصالات متعارف همبندی	۱	
۴	شایستگی های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
میانگین نمرات			❊

❊ حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

پودمان ۴

نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک



واحد یادگیری ۵

نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک

آیا می‌دانید

- چه عواملی در افزایش توان خروجی سامانه فتوولتاییک تأثیرگذار است؟
- نگهداری سامانه فتوولتاییک چه اهمیّتی دارد؟
- شرح وضعیت کنترل شارژ چگونه است؟
- همبندی و صاعقه‌گیر در سامانه فتوولتاییک چه نقشی دارد؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود عیوب و اخطارهای قابل مشاهده سامانه را بررسی کرده و آنها را مرتفع کنند. همچنین آشنایی لازم با انواع اندازه‌گیری‌های الکتریکی و انجام آن در نگهداری سامانه خورشیدی پیدا خواهند کرد و می‌توانند اتصالات حفاظتی سامانه را بررسی و وارسی نمایند.

نگهداری از سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه

مقدمه

سامانه‌های فتوولتاییک در مقایسه با دیگر مولدهای الکتریکی نیاز به نگهداری کمتری دارند. نگهداری از سامانه فتوولتاییک تأثیر مستقیم بر راندمان خروجی و طول‌عمر سیستم (به‌طور میانگین ۲۰ سال) دارد. اتصالات همبندی و صاعقه‌گیر در سامانه‌های فتوولتاییک اهمیت بالایی دارد و در پایش و نگهداری این سامانه باید مدنظر قرار گیرد. هزینه نگهداری سامانه‌های خورشیدی از هزینه نصب بسیار کمتر است. (شکل ۱)

قطعات سامانه فتوولتاییک و اتصالات کابل برای یک بازه ۲۰ ساله نصب می‌شود.

فعالیت



پیام زیر چه نکته‌ای را به برق‌کاران توصیه می‌کند (شکل ۱)؟

Photovoltaic systems are becoming more and more common and it is important that any electricain can inspect them and test them.

پرسش



چرا نگهداری دیزل ژنراتورها نسبت به سامانه‌های فتوولتاییک دارای هزینه بیشتری است؟



شکل ۱ــ نگهداری سامانه فتوولتاییک

بررسی عملکرد سامانه خورشیدی

برای عملکرد بهینه سامانه، بررسی دوره‌ای عملکرد قطعات و اتصالات جزء موارد مهم نگهداری از سامانه فتوولتاییک است.

نگهداری از سامانه به دو دسته تقسیم می‌شود.

۱ــ نگهداری از طریق مشاهده

موارد زیر از نوع نگهداری از طریق مشاهده است:

- بررسی کابل‌ها (به‌دلیل قرار گرفتن در معرض آفتاب، باران و باد) و اتصالات مدول خورشیدی (محکم کردن اتصالات شل شده).
- تمیزی و سلامت صفحه مدول (در مقدار ولتاژ خروجی مؤثر است).
- تهویه اینورتر و کنترل شارژ

(در عمر بهینه آنها مؤثر است و عملکرد بهینه کنترل شارژ در طول عمر باتری تأثیر دارد).

- بررسی ساختمان پنل‌ها (بررسی بسته بودن پیچ‌ها و ساختار فلزی پایه‌ها).

۲ــ نگهداری از طریق تست و اندازه‌گیری

موارد زیر از نوع دوم نگهداری است:

- ثبت ولتاژ و جریان خروجی پنل و مقایسه با مقادیر مجاز.
- اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه مدول خورشیدی.

دراین بخش سعی شده تا ترکیبی از هر دو نوع نگهداری آورده شود. نگهداری و پایش سامانه در توان بیشینه سامانه بسیار مهم است. عوامل متعددی باعث می‌شود تا توان تولیدی سامانه در عمل کمتر از مقدار نامی باشد. این عوامل عبارت است از:

- بازده مبدل
- تلفات سامانه فتوولتاییک
- تأثیر دما
- اثر آلودگی

ضوابط فنی عملکرد و نگهداری[1]

سیستم‌های خورشیدی در مقایسه با سیستم‌های دیگر تولید انرژی، نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند. با این حال تعمیر و نگهداری مناسب سیستم‌های خورشیدی سبب افزایش ۱۲ درصدی مقدار انرژی قابل دریافت از سیستم نصب شده می‌شود. بعضی از شرایط شامل همه اجزا می‌شود، مثلاً همه اجزا سامانه باید تحمل دمای ۲۰- تا ۴۵+ درجه را داشته باشند. انجام فعالیت‌های زیر برای تعمیر و نگهداری از پنل خورشیدی، کنترل شارژ و باتری باید در دستور کار تعمیرات و نگهداری قرار گیرد.

۱ــ پنل خورشیدی

نگهداری پنل خورشیدی از طریق مشاهده مدول خورشیدی در نوع نصب قابل بررسی است. کیفیت و نوع نصب پنل‌ها در بازدهی سامانه مؤثر است. در جدول ۱ به بازده خروجی انواع نصب مدول اشاره شده است.

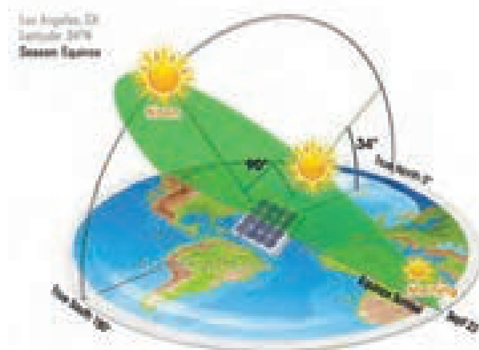
جدول ۱ــ بازده پانل‌های (آرایه‌ها) فتوولتاییک برای حالت‌های نصب مختلف

نوع نصب	ثابت	ثابت دو فصلی	ثابت چهار فصلی	ردیاب دو محوره
نسبت به حالت بهینه (درصد)	۷۱/۱	۷۵/۲	۷۵/۷	۱۰۰

تحقیق کنید



بازدهی نصب مدول خورشیدی در کدام دو فصل به هم نزدیک‌تر است؟ با افزایش عرض جغرافیایی چه تغییر در زاویه تابش خورشید ملاحظه می‌شود؟ (شکل ۲)



شکل ۲- دو فصل مختلف

۱ـ IEC ۶۱۷۲۴

سؤال



چه عواملی در کاهش توان خروجی چراغ‌های خورشیدی پارک‌ها و چراغ‌های راهنمایی و رانندگی اثرگذار است (شکل ۳)؟



شکل ۳- کاربرد مدول خورشیدی

برای بهره‌وری بیشتر مدول‌های خورشیدی در دوره‌های ۳ ماهه (براساس میزان آلودگی در هر منطقه) باید عملیات نظافت سطح مدول به شرح زیر انجام گیرد. البته بهتر است نظافت مدول‌ها در زمان عدم تابش نور خورشید انجام شود. چرا؟

۱ـ تمیز کردن مدول‌ها تنها با آب بدون استفاده از مواد شیمیایی و حلال انجام شود (شکل۴).

۲ـ در صورت کثیف شدن زیاد سطح مدول، برای تمیز کردن باید از آب و پارچه تنظیف نرم استفاده کرد (شکل۵).

اگر آب مورد استفاده برای نظافت سطح مدول دارای رسوبات و املاح باشد برای شست‌وشو مناسب نیست.



شکل ۵ـ تمیز کردن با پارچه نرم و آب



شکل ۴ـ تمیز کردن مدول‌های خورشیدی

فعالیت



متن زیر چه تذکر مهمی در مورد تمیز کردن و بازرسی مدول خورشیدی را بیان کرده است؟



Do not use a metal brush to clean solar panel surface. Detergents should not used.

Take adequate precanutions while doing maintenance of the solar panels since these are located on rooftops and there is the risk of falling off.

برای جلوگیری از شوک الکتریکی، باید هنگام تمیز کردن پنل‌ها، جواهرات فلزی از دست خارج شود. هرگز نباید روی پنل‌ها ایستاده یا پرید. همچنین باید از افتادن اجسام روی آنها جلوگیری کرد. پنل‌ها باید از گازهای قابل اشتعال دور باشند. اگر آسیب‌دیدگی پنل بعد از عملیات پاک‌سازی رخ دهد باید اقدام به تعویض پنل معیوب کرد.

فعالیت

متن زیر چه تذکر مهمی در مورد جلوگیری از شوک الکتریکی با مدول خورشیدی را بیان کرده است؟

WARNING: Risk of electric shock! Exercise caution when handling solae wiring. The solar module(s) high voltage output can cause severe shock or injury. Cover the solar module(s) from the sun before installing solar wiring.

ولی نگهداری از مدول خورشیدی در قسمت اندازه‌گیری و تست الکتریکی با فعالیت‌های زیر قابل انجام است. رعایت نکات ایمنی در انجام اندازه‌گیری الکتریکی مهم است.

فیلم

فیلم اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه به مدت "۱:۴۵" و "۳:۳۵"

فعالیت

مقادیر نامی پلاک مدول خورشیدی شکل ۶ را در شرایط STC بررسی کنید. ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه اندازه‌گیری شده این مدول با مقدار واقعی چقدر نزدیک است و چرا؟

شکل ۶ـ مقایسه پلاک و مقادیر اندازه‌گیری شده

سؤال

نکته ایمنی متن زیر را بررسی و تفسیر کنید.



NOTE If the solar modules are conncted in an array where the open circuit voltage is 120V DC or above, maintenance can only be undertaken by a suitably licensed electrical worker or contractot.

فعالیت



اثر سایه بر مدول خورشیدی چه تأثیری بر مقادیر ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه دارد؟ آنها را در شکل ۷ بررسی کرده و در مورد آن بحث کنید.



شکل۷ــ الف ــ اثر سایه بر ولتاژ بی‌باری



شکل۷ــ ب ــ اثر سایه بر جریان اتصال کوتاه

تذکر

در صورت اختلاف بیش از ۲۵ درصد ولتاژ و جریان ثبت شده پنل، نسبت به مقادیر داده شده در برگه اطلاعات فنی سازنده در شرایط هوای کاملاً آفتابی ظهر، پنل باید تعویض شود. البته باید به این نکته توجه داشت که مقدار ولتاژ مدار باز (V_{OC}) یا جریان اتصال کوتاه (I_{SC}) در شرایط STC با شرایط دیگر، این اندازه‌گیری تفاوت خواهد داشت.

یکی از مواردی که در بعضی از کاتالوگ (دیتا شیت) شرکت سازنده مدول خورشیدی اعلام می‌شود، ضرایب تأثیر دما بر ولتاژ مدار باز و ضریب دما بر جریان اتصال کوتاه است.

این ضریب برای ولتاژ بی‌باری با عبارت (V_{OC}) Temperature Coefficient نشان داده می‌شود . مقدار این ضریب برای ولتاژ بی‌باری منفی است و مفهوم آن این است که به ازای هر درجه اضافه دمای بیشتر از ۲۵ °C چقدر از ولتاژ بی‌باری کاسته می‌شود.

مثلاً اگر این ضریب در یک مدول خورشیدی برابر ۰/۱۵۱ V/°C باشد و دمای محیط برابر ۳۲ درجه باشد مقدار ولتاژی که از V_{OC} نامی کمتر اندازه‌گیری می‌شود، برابر است با: ΔV_{OC} = (۳۲-۲۵) × ۰/۱۵۱- = ۱/۰۵۷- V

فعالیت



با توجه به ضریب تأثیر دما در کاتالوگ مدول خورشیدی جدول ۲ با فرض دمای ۴۰ درجه محیط مقدار اندازه‌گیری شده V_{OC} چقدر خواهد بود؟ اگر تعداد ۱۰ عدد مدول در یک رشته با هم سری شده باشد این مقدار افت ولتاژ چقدر خواهد بود؟

جدول ۲- مشخصات مدول خورشیدی

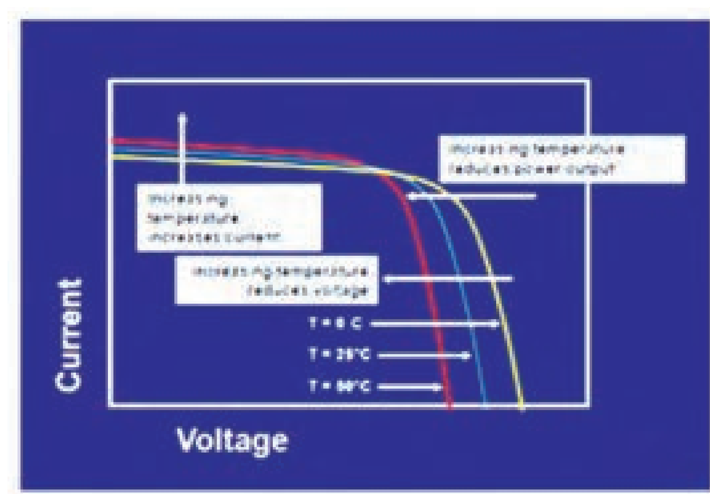
Rated maximum power	180W
Tolerance	-0/+3%
Voltage at Pmax (Vmp)	36.4V
Current at Imp (Imp)	4.95A
Open-circuit voltage (V_{oc})	44.2V
Short-circuit current (I_{sc})	5.13A
Nominal operating temp	45°C
Maximum system voltage	1000V d.c
Maximum series fuse rating	15A
Operating temperature	-40°C to +85°C
Protection class	Module Application Class A
Cell technology type	Mono – Si
Weight (kg)	15.5
Dimensions (mm)	1580 X 808 X 45
Standard test conditions	Cell temp = 25°C AM 1.5 1000W/m²
Temperature coefficient (V_{oc})	-0.172 V / °C
Temperature coefficient (I_{sc})	0.88 mA / °C

در همین کاتالوگ ضریب تأثیر دما بر جریان اتصال کوتاه (I_{SC}) Temperature Coefficient برابر $\frac{mA}{^\circ C}$ ۰/۸۸ است. معنی این ضریب این است که تأثیر افزایش دمای سطح مدول، افزایش جریان اتصال کوتاه را به همراه دارد.

فعالیت



با توجه به مقدار ضریب دما برای جریان اتصال کوتاه و مقدار جریان ISC ، اگر دمای محیط ۴۰ درجه باشد، جریان اتصال کوتاه چند میلی‌آمپر بیشتر خواهد شد؟



شکل ۸ــ نمودار تغییرات ولتاژ ، جریان و توان با تغییر دما

توان الکتریکی مدول خورشیدی از حاصل ضرب ولتاژ (Vmp) در جریان الکتریکی (Imp) به‌دست می‌آید. طبق شکل ۸ طبیعی است که با افزایش دما، توان کاهش خواهد یافت. چرا؟



کار عملی

اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه به دو روش و مقایسه مقدار اندازه‌گیری شده با مشخصه نامی:

وسایل مورد نیاز:

ـ مدول خورشیدی (مثلاً با مشخصات کاتالوگ شکل جدول ۲) یک‌عدد

ـ آمپرمتر دیجیتال و انبری یک‌عدد

ـ دماسنج یک‌عدد

مراحل انجام کار:

مقدار جریان اتصال کوتاه I_{SC} در شرایط STC طبق شکل برابر A ۵/۱۳ است و ضریب تأثیر دما در جریان اتصال کوتاه برابر $\frac{mA}{^{\circ}C}$ ۰/۸۸ است. اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه با دو روش زیر امکان‌پذیر است.

روش اول ــ استفاده از آمپرمتر انبری: برای این کار ابتدا مطابق شکل قطب مثبت و منفی آرایه را به یکدیگر متصل کنید. سپس مطابق شکل ۹ با استفاده از آمپرمتر انبری مقدار جریان اتصال کوتاه را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۹ــ اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه با آمپرمتر انبری

روش دوم ــ استفاده از مولتی‌متر دیجیتالی

برای انجام این کار ابتدا، سیم هاب (پراب) مولتی‌متر را در پایانه اندازه‌گیری جریان قرار دهید و کلید انتخاب رنج اندازه‌گیری را روی جریان زیاد (معمولاً ۱۰A) قرار دهید با اتصال قطب‌های مثبت و منفی خروجی مدول خورشیدی به پراب قرمز و مشکی، مقدار جریان اتصال کوتاه در محیط دمای محل آزمایشی به‌دست می‌آید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰ــ اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه با مولتی متر

مقادیر به‌دست آمده در شرایط آزمایش با مقدار ثبت شده در برگه مشخصات مدول یکی نیست. چرا؟ مقادیر اندازه‌گیری شده را در جدول ۳ ثبت نمایید.

جدول ۳ــ مقادیر اندازه‌گیری شده

ردیف	جریان ISC اندازه‌گیری شد	دمای محیط	جریان ISC ثبت شده در شرایط STC	ضریب تأثیر دما	تأثیر ضریب دما (مقدار پیش‌بینی شده)
۱	؟	مثلاً ۳۵ درجه	۵/۱۳	۰/۸۸	۸/۸=۰/۸۸×(۳۵-۲۵) ۵/۱۳+۸/۸=۱۳/۹۳
۲					

۲ــ کنترل شارژ:

کنترل شارژ در مسیر مدول خورشیدی، باتری و بار قرار دارد. برای نصب کنترل شارژ در سامانه به شکل ۱۱ می‌توان اتصالات باتری، بار و مدول خورشیدی را به صورت ترمینال و فیش ایجاد کرد.
معمولاً نگهداری از کنترل شارژ در دوره‌های ۳ ماهه انجام می‌شود و بررسی وضعیت کنترل شارژ با مشاهده وضعیت چراغ‌های LED قابل تشخیص خواهد بود. اگر شارژ باتری کم باشد با مشاهده LED مربوط به باتری مانند شکل ۱۱ قابل تشخیص است.



شکل ۱۱ــ باتری کاملاً شارژ نیست

اتصال باتری به مدول خورشیدی با کنترل شارژ : هنگامی که شارژ باتری به مقدار مشخص و مناسب رسید باید جریان شارژ قطع و یا کاهش یابد، در غیر این صورت کنترل شارژ معیوب است. نقطه قطع ولتاژ[1] کنترل‌کننده شارژ باتری باید مطابق با بیشترین میزان مجاز برای کاهش دشارژ باتری باشد. در جدول ۴ نشانه‌های بررسی و پایش کنترل شارژ از طریق وضعیت LED تعریف شده است.

جدول ۴ـ شرح وضعیت LED کنترل شارژ

نشانگر LED	نشانه کنترل شارژ
سبز روشن: مدول خورشیدی در حال شارژ باتری است. **سبز چشمک‌زن:** ولتاژ سامانه بیشتر از حد معمول است.	
سبز روشن: سطح شارژ باتری در حد مناسبی است. **سبز سوسو زدن آرام:** باتری کامل شارژ شده است. **زرد روشن:** سطح شارژ باتری پایین است. **قرمز روشن:** بار قطع شده است.	
قرمز روشن: خروجی برقرار است. **قرمز سوسو زدن آرام:** اضافه بار. **زرد روشن:** سطح شارژ باتری پایین است (جریان بار۱/۲۵ برابر جریان نامی به مدت ۶۰ ثانیه یا ۱/۵ برابر جریان نامی به مدت ۵ ثانیه). **قرمز چشمک‌زن:** بار اتصال کوتاه شده است.	

۱ـ Low Voltage Disconnect Set Point (L V D)

تذکر

اگر خروجی سامانه دچار اتصال کوتاه یا اضافه بار شد کنترل شارژ سریعاً قطع می‌شود. در این حالت تمام اتصالات بار را قطع کنید و بعد از چند ثانیه با آماده شدن کنترل شارژ، مجدداً بار را وارد مدار کنید.

فعالیت



متن زیر مربوط به نکات مهم در بازرسی و نگهداری از کنترل‌کننده شارژ است. چه نکات مهمی در این متن آورده شده است؟

Inspection and Maintenance

It is highly recommended that each user inspect the charge controller at least once per year to ensure logevity and optimal perfomance. Please follow this procedure:

1. Confirm that the correct battery type has been used.
2. Confirm that the current levels of the solar array and load do not exceed the controller rathings.
3. Inspect for loose, broken, or burnt wire connections and replace them if needed . make sure all terminals are tightened.
4. Press the SET button until number 16 is displayed to verfy the lights are working properly.
5. Inspect for dirt, insects, and corrosion on the charge controller.
6. Check to make sure there is still enough space around the charge controller for maximum airflow.
7. Check to make sure the charge controller functions and LED indicators are working properly.
8. Make sure the PV array is clean and remove any debris.
9. Make sure all of the railing and PV bolts are tightened.

فعالیت

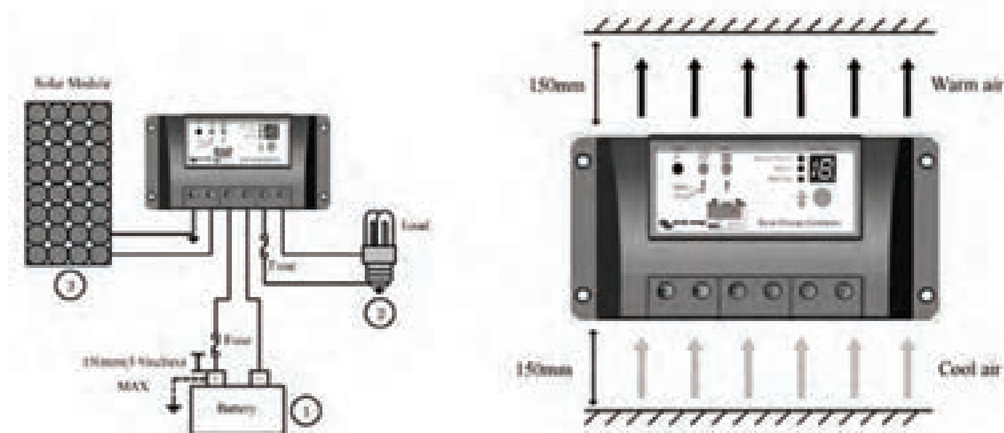


کاتالوگ یک کنترل شارژ را از اینترنت دانلود کرده و موارد ایمنی و بازرسی آن را به کلاس ارایه دهید.

تمرین



چه نکات حفاظتی نصب و سیم‌کشی کنترل شارژ در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۲

توجه داشته باشید زمانی که نور خورشید به مدول خورشیدی می‌تابد، باید کنترل‌کننده شارژ نشان دهد که سیستم در حال شارژ است، در غیر این صورت بلافاصله مسئول نصب را در جریان بگذارید.

ـ اتصال باتری به مدول خورشیدی بدون کنترل شارژ: در اتصال مستقیم باتری به مدول خورشیدی ممکن است جریان برگشتی از سمت باتری به مدول خورشیدی جریان یابد. در ضمن هیچ کنترلی روی شارژ باتری وجود ندارد. از طرفی مقدار ولتاژ خروجی مدول خورشیدی متغیر است (شکل ۱۳).





شکل ۱۳ــ اتصال مستقیم باتری به مدول

به طور مثال اگر دو روز متوالی باتری بدون واسطه به مدول خورشیدی متصل باشد ممکن است زمانی که باتری شارژ کامل شده است با تولید انرژی الکتریکی ماکزیمم از طرف مدول خورشیدی همزمان باشد. دراین حالت باتری بدون نیاز به شارژ شدن زیر شارژ قرار می‌گیرد، بنابراین به یک واسطه کنترلی (کنترل‌شارژ) در نظارت شارژ و دشارژ باتری نیاز است.

تذکر:

هنگام اتصال کنترل‌شارژ حتماً باید به حفاظت پلاریته + و – دقت کرد، زیرا بعضی از کنترل‌شارژها به‌دلیل عدم برخورداری از حفاظت پلاریته در صورت عدم رعایت پلاریته، آسیب می‌بینند.(شکل ۱۴)

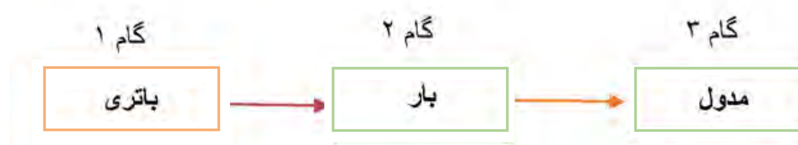
توالی اتصال قطعات به کنترل شارژ: برای اتصال قطعات به کنترل‌شارژ با رعایت پلاریته مثبت و منفی ابتدا باتری به کنترل‌شارژ متصل می‌شود بعد از آن بار به کنترل‌شارژ متصل می‌شود و در نهایت و آخرین مرحله مدول خورشیدی متصل خواهد شد (شکل ۱۵).

تذکر

اتصال مبدل به کنترل‌شارژ به منزله اتصال بار می‌باشد.



شکل ۱۴ــ اتصال باتری به کنترل شارژ



شکل۱۵ــ مراحل نصب قطعات سامانه به کنترل‌شارژ

ایمنی

درصورت عدم رعایت توالی اتصالات ممکن است به کنترل‌شارژ آسیب وارد شود. در شکل ۱۶ چون در زمان اتصال باتری، مدول خورشیدی به کنترل‌شارژ متصل بوده است، فیوز حفاظتی سری شده با باتری، سوخته است.

عواملی که روی طول‌عمر باتری اثرگذار خواهد بود عبارت است از:

- جریان واقعی
- زمان شارژ
- ولتاژ نهایی
- تعداد شارژ و دشارژ



شکل ۱۶ - فیوز آسیب دیده است.

تذکر:

چنانچه تعداد باتری کمتر از مقدار بار موردنظر باشد یا مقدار بار، بیشتر از حد توان باتری باشد، می‌تواند روی طول‌عمر باتری اثرگذار باشد. گاهی نیز در اثر عدم تغذیه مناسب، باتری شارژ کامل نمی‌شود. مثلاً باتری چراغ‌های خیابانی به دلیل چرخش مدول خورشیدی، کثیف شدن سطح مدول (هوای غبار آلود یا فضولات پرندگان) کاملاً شارژ نمی‌شود و بعضاً چراغ خاموش می‌ماند.

یکی از نکات دیگر مشخصه دستگاه کنترل شارژ درجه حفاظت IP(Ingress Protection) دستگاه است این پارامتر دلالت بر محل نصب و شرایط نصب دستگاه دارد. شرایطی نظیر میزان غبار، رطوبت، دما و تهویه در نصب‌کنترل شارژ بسیار مهم است.





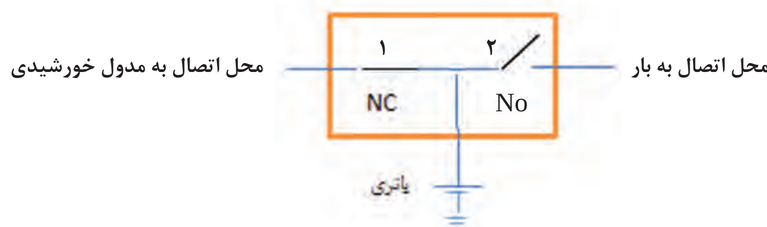
کار عملی

هدف: بررسی عملکرد کنترل شارژ

تجهیزات: کنترل شارژ ۱۲ ولت، بار، منبع تغذیه ولتاژ مستقیم، سیم و فیش رابط

شرح کار: یکی از فرایندهایی که در عملکرد دستگاه کنترل شارژ اهمیت دارد وظیفه کنترل شارژ و دشارژ باتری توسط این دستگاه است.

از نظر شماتیک عملکرد دستگاه کنترل شارژ قطع و وصل کلید در لحظات شارژ و دشارژ است. به عبارت دیگر با تغییر وضعیت کلیدهای داخل دستگاه اتصال باتری به مدول خورشیدی و بار کنترل می‌شود (شکل ۱۷).



شکل ۱۷ــ عملکرد کنترلی کنترل شارژ

کلید ۱، در حالت عادی بسته است (NC) و به معنی اتصال مدول خورشیدی به ورودی کنترل‌شارژ باتری است. ولی کلید ۲ در حالت عادی باز است (NO) یعنی مسیر بار (یا اینورتر) به باتری در حالت عادی قطع است. عملکرد شارژ و دشارژ دستگاه به شرح زیر است:

الف) عملکرد کنترل شارژ باتری: از یک منبع متغیر ولتاژ جریان مستقیم به‌جای باتری استفاده کنید. با قرار دادن این منبع به‌جای باتری می‌توان دو مرحله رفتار کنترل‌شارژ و دشارژ دستگاه را بررسی کرد. ابتدا مطابق شکل ۱۸ منبع تغذیه DC متغیر را به‌جای باتری قرار داده و ولتاژ منبع را گام‌به‌گام افزایش دهید.
درحالتی‌که ولتاژ نامی باتری به دستگاه برسد LED سبز رنگ روشن می‌شود. این وضعیت حالت اتصال مدول به باتری را گزارش می‌کند. هنگامی که مقدار ولتاژ افزایش یابد LED خاموش شده و کلید وصل به مدول (کلید ۱) قطع می‌شود. این رفتار به این معنی است که باتری کاملاً شارژ شده و نیازی به تغذیه بیشتر از طرف مدول خورشیدی نیست.
مقادیر این دو حد را یادداشت کنید و با برگه مشخصات فنی دستگاه مطابقت دهید.



شکل ۱۸ــ تست کنترل شارژ

ب) عملکرد دشارژ باتری: در این وضعیت با اتصال بار به کنترل‌شارژ آزمایش قبل را مجدداً تکرار کنید. با افزایش ولتاژ منبع تغذیه، کلید شماره ۲ به حالت بسته تغییر وضعیت داده و باتری به بار متصل می‌شود. (اگر بار لامپ انتخاب شود روشن می‌شود) . با کاهش ولتاژ منبع تغذیه که به معنی دشارژ باتری است کلید۲ به حالت قطع می‌رود تا با گذشت زمان باتری مجدد به شارژ اولیه برسد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹ــ حالت کنترل دشارژ

فیلم



عملکرد شارژ و دشارژ باتری

ایمنی

محدوده VDC ۶۰۰ همراه با شوک الکتریکی و برق گرفتگی است.

تذکر

در تمامی مسیر سیم مثبت و منفی باید از یکدیگر جدا باشد.

۳ـ باتری

باتری‌های سرب ـ اسیدی دارای عمر متوسط ۵ سال بوده و دارای بیشترین هزینه تعمیر و نگهداری در سامانه به‌دلیل عمر کوتاه نسبت به دیگر اجزای سامانه خورشیدی است. بنابراین دقت در نوع استفاده و انجام عملیات نگهداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شکل ۲۰). پیش از انجام عملیات نگهداری باید سامانه به‌ترتیب مراحل زیر خاموش و ایزوله شود.



شکل ۲۰ـ باتری سامانه فتوولتاییک

۱ـ ابتدا تمامی بارهای متصل شده به سامانه خورشیدی خاموش شود.

۲ـ پنل و اینورترها با استفاده از کلیدهای جداکننده مربوطه، جداسازی شوند.

۳ـ بانک باتری با استفاده از کلیدها و فیوزهای مربوط به بانک باتری، جداسازی شود.

تذکر:

برای جدا کردن فیوزها ابتدا باید فیوزهای ترمینال مثبت و فیوز متصل به قطب مثبت بانک باتری خارج شوند و سپس فیوزهای ترمینال منفی خارج شود.

۴ـ اتصالات و ترمینال‌های باتری‌ها با جوش‌شیرین و فرچه مخصوص شسته و تمیز شوند.

۵ـ الکترولیت باتری: در صورت کم شدن الکترولیت باتری با آب مقطر باید پر شود.

- باتری‌های سرب ـ اسیدی نباید بیش از چند روز در حالت دشارژ کامل باقی بمانند. این حالت به سرعت باتری را غیرقابل استفاده خواهد کرد.
- بعد از هر بار دشارژ عمیق، مثلاً شب‌ها یا روزهای ابری، باتری باید به‌صورت کامل شارژ شود. عدم شارژ مجدد به‌صورت کامل (حتی نیمه شارژ) عمر باتری را به کمتر از یک سال کاهش خواهد داد.

فعالیت



متن زیر به چه نکاتی در بازرسی از طریق مشاهده باتری اشاره می‌کند؟



A visual inspection should be done to assess the general condition of the system's batteries. Check for any electrolyte leak, cracks in the battereis, or corrosion at the terminals or connectors.

۶ـ بازدید و مشاهده منظم شارژ و دشارژ باتری‌ها هر ۳ ماه یک‌بار.

ـ تمیز بودن ترمینال‌ها (ماهیانه یکبار پایانه باتری تمیز شود.)

ـ سطح الکترولیت در باتری‌های اسیدی

ـ نشت الکترولیت به بیرون

ـ اندازه‌گیری ولتاژ باتری

دو نمونه نگهداری ضعیف باتری در شکل ۲۱ نشان داده شده است. سولفاته شدن قطب و نشتی باتری به‌دلیل عدم نگهداری درست اتفاق افتاده است.



شکل ۲۱ـ سولفاته و نشتی باتری

فعالیت



متن زیر چه تذکر مهمی در مورد جلوگیری از آتش‌سوزی توسط باتری را بیان کرده است؟



WARNING: Risk of explosion or fire! Never short circuit battery positive(+) and negative(-).



Do not smoke or light fire near batteries. Betteries produce hydrogen gas which is highly flammable.

سطح مناسب شارژ: سطح مناسب ولتاژ باتری در حالت استراحت (عدم شارژ و دشارژ) باید مطابق جدول باشد. اگر ولتاژ باتری ۱۰ درصد بالاتر یا کمتر از مقدار معین شده باشد، عملیات یکسان‌سازی شارژ مطابق راهنمای سازنده انجام و ولتاژ دوباره اندازه‌گیری شود. در صورت عدم رسیدن به ولتاژ مشخص شده در جدول ۵ بعد از انجام عملیات یکسان‌سازی ولتاژ، باتری معیوب بوده و باید تعویض شود.

جدول ۵ ـ سطح ولتاژهای مجاز باتری

ولتاژ نامی (ولت)	ولتاژ غیرقابل قبول (کمتر از)	ولتاژ قابل قبول بعد از انجام عملیات یکسان‌سازی شارژ
۲	۱/۹	۲ تا ۲/۲
۱۲	۱۱/۴	۱۲ تا ۱۳/۲
۲۴	۲۲/۸	۲۴ تا ۲۶/۴
۴۸	۴۵/۶	۴۸ تا ۵۲/۸

اطلاعات زیر نیز در مورد باتری حتماً باید از سازنده آن دریافت شود:

۱ـ توصیه سازنده برای ماکزیمم میزان دشارژ مجاز باتری‌ها.

۲ـ بازه زمانی توصیه‌شده برای انجام یکسان‌سازی شارژ باتری‌ها.

۳ـ جدول ولتاژ باتری‌ها متناسب با مقدار شارژ.

نکات‌ایمنی هنگام نگهداری یا تعویض باتری:

- هنگام تعمیر و نگهداری باتری فرسوده، باید از عینک ایمنی استفاده شود.
- برای جلوگیری از تماس با اسید باتری، باید از دستکش‌های حفاظتی و دستکش لاستیکی مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده شود.
- در صورتی که نشت اسید وجود دارد، برای خنثی‌سازی اسید از آب و محلول سود دوکربنات استفاده شود.
- برای انجام هرگونه تعمیر و نگهداری از ابزار دسته‌دار عایق استفاده شود.

ایمنی:

WARNING Do not use any metal files or other harsh abrasives (eg. sand paper) to remove corrosion or oxidisation from terminals or posts as this may cause a poor fit when terminals are reconnected.

۴ــ اینورتر

اینورتر باید قابلیت تغذیه بار در ولتاژ و فرکانس مورد نظر را داشته باشد. بیشتر مبدل‌های مجزا از شبکه برق برای جداسازی بخش DC و AC از یکدیگر با یک ترانسفورماتور ایزوله به بار متصل می‌شوند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲ــ اینورتر مستقل از شبکه

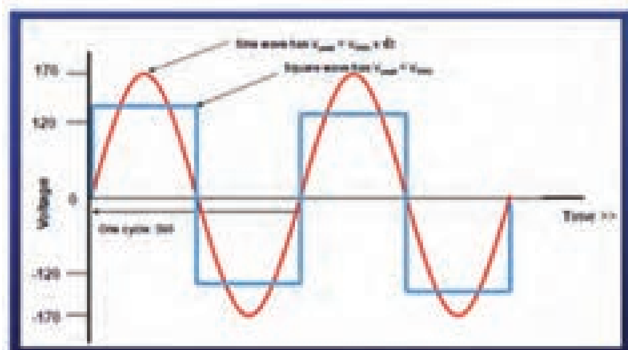
برخی از مبدل‌ها با توان کم، شکل موج مربعی یا شبه سینوسی دارند. این‌گونه شکل موج‌ها در راه اندازی الکتروموتورها ایجاد مشکل می‌کنند (شکل ۲۳) .

توجه:

زمانی که مبدل روشن است و به بار متصل نیست می‌تواند جریان بی‌باری مصرف کند و این جریان باعث تخلیه باتری شود.

معمولاً ساختمان اینورتر و کنترل شارژ از فیوز برای حفاظت استفاده شده است، ولی می‌توان با استفاده از کلید و فیوز مناسب حفاظت و ایزوله کردن هر قسمت را به‌طور کامل انجام داد. این کلید و فیوز در محل‌های زیر قرار می‌گیرد.

۱ــ بین مدول خورشیدی و شارژ کنترلر
۲ــ بین شارژ کنترلر و باتری
۳ــ بین باتری و اینورتر



شکل ۲۳ــ شکل موج خروجی اینورتر

فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد محل نصب اینورتر بیان کرده است؟



WARNING : Burn hazard

Do not install in a location where people can accidentlly come into contact with the front of the inverter. High temperatures can be present on the face of the inverter, causing a potential burn hazard.



کار عملی

اندازه‌گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ (اینورتر)

مولتی‌متر	مبدل و بار	سیم رابط	کنترل شارژ	منبع تغذیه (مدول خورشیدی)

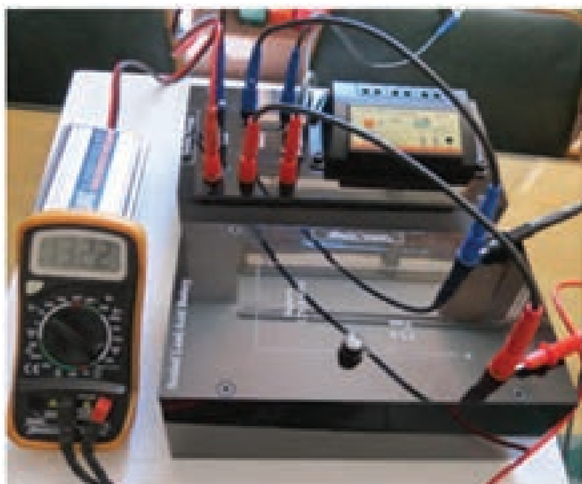
تجهیزات: کنترل شارژ ۱۲ ولت، بار، مولتی‌متر، مدول خورشیدی۱۷ ولت، سیم و فیش رابط

شرح کار: شارژ باتری یکی از فرایندهای مهم و زمان‌بر در سامانه فتوولتاییک است. برای اطمینان از عملکرد صحیح شارژ باتری مطابق شکل ۲۴ قطعات را با رعایت توالی نصب مونتاژ کنید.

سپس با اندازه‌گیری مداوم ولتاژ دو سر باتری از صحت و کیفیت باتری اطمینان حاصل کنید و جدول۶ را تکمیل کنید.

جدول ۶ــ شارژ باتری و وضعیت LEDها

مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر باتری	وضعیت LED مربوط به باتری	وضعیت LED مربوط به مدول خورشیدی



شکل ۲۴ــ مراحل شارژ باتری

در مرحله دوم پس از شارژ کامل باتری، بار، مثلاً یک لامپ به خروجی اینورتر متصل کنید و با گذشت زمان جدول ۷ را تکمیل کنید.

جدول ۷ــ وضعیت باتری و مصرف‌کننده

مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر باتری	وضعیت LED مربوط به باتری	وضعیت نور لامپ(بار متصل به مبدل)

در مورد نتایج به‌دست آمده (شکل ۲۵) با گروه‌های دیگر تبادل‌نظر کنید و نتیجه‌گیری نمایید. آیا باتری استفاده شده با توجه به آمپرساعت و جریان بار مصرفی عملکرد درستی دارد؟



شکل ۲۵ــ شارژ باتری

دوره نگهداری سه ماهه اینورتر سامانه فتوولتاییک: نگهداری از اینورتر در چند مرحله آورده شده است:

۱ـ بررسی عملکرد صحیح : ولتاژ خروجی ۲۳۰ ولت ،فرکانس ۵۰ هرتز و توان در محدوده نرمال باشد.

۲ـ تمیز کردن اینورتر به ویژه قسمت‌های مربوط به خنک‌سازی دستگاه با دستمال خشک انجام گیرد.

فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد خنک شدن اینورتر بیان کرده است؟

Import: The inveter will reduce its energy output to protect its electronic circuits from overheating and possible damage in high heat conditions. for maximum output in hot climates, mount the inverter in a shaded location with good air flow

۳ـ پاک کردن حشرات موذی از رو و داخل دستگاه به‌خصوص در قسمت‌هایی از دستگاه که باید خنک شود.

۴ـ اطمینان از عملکرد صحیح اینورتر از طریق LED و صفحه نمایشگر روی دستگاه حاصل شود.

۵ـ بررسی دمای عملکرد دستگاه و روشن بودن فن‌های خنک‌کننده بررسی شود.

در صورت خاموش بودن فن‌ها (بی‌صدا شدن اینورتر) و غیرعادی بودن دما، سریعاً سیستم خاموش شود.

۶ـ تست عملکرد آماده به کار

فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد سیم‌کشی اینورتر بیان کرده است؟



WARNING: Shock hazard

Before wiring the inverter, ensure the main breaker in the primary utility breaker box is switched off. Switch this breaker on only after all wiring is completed as instructed in the procedures.

برای تست این عملکرد ابتدا باید تمامی مصارف متصل به سیستم خورشیدی را خاموش کرد. سپس اینورتر روی حالت مذکور قرار داده شود. پس از این با روشن کردن کوچک‌ترین مصرف‌کننده موجود، اینورتر باید سریعاً شروع به کار کند.

با به حداقل رساندن تجمع گردوغبار می‌توان نگهداری خوبی از اینورتر به‌عمل آورد. برای این کار با یک پارچه خشک هر نوع گردوغبار انباشته شده را تمیز کنید. برای اطمینان از اینکه تمام شاخص‌های مانند چراغ‌های LED در حال کار و سیم منتهی به این دستگاه شل نشده بررسی به‌عمل آورید.

فعالیت



متن زیر چه هشدار مهمی در مورد جلوگیری از خسارت به اینورتر بیان کرده است؟



CAUTION: Equipment damage

To prevent damage to the inverter, the array voltage must never exceed 600 V_{oc}(open circuit voltage) under any conditiin.

زمان‌بندی نگهداری و بازدید قطعات: برای بازدید دوره‌ای قطعات سامانه فتوولتاییک مطابق با جدول۸ می‌توان یک فهرست‌وارسی تهیه و مراحل پایش سامانه را دنبال کرد.

جدول۸ــ زمان‌بندی بررسی قطعات سامانه

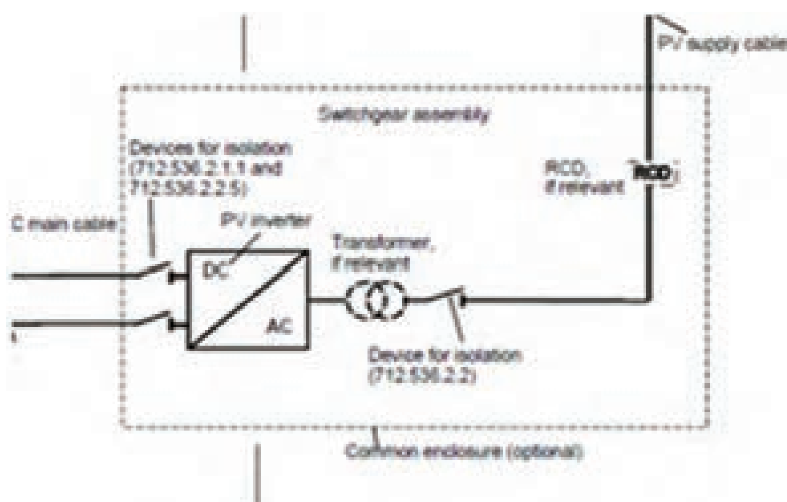
نگهداری سامانه فتوولتاییک	هفتگی	ماهیانه	سه ماه یک‌بار
مشاهده و بازرسی سیم‌کشی و لامپ‌ها	☑		
بررسی مدول خورشیدی			☑
بازرسی باتری	☑	☑	
تمیز کردن باتری			
بازرسی سیم‌کشی	☑		
اینورتر و کنترل‌شارژ	☑		
کنترل شارژ	☑		
بررسی آب باتری		☑	

یکی از موارد مهم نگهداری سامانه فتوولتاییک اطمینان از وجود ترانسفورماتور ایزوله بعد از اینورتر و قبل از اتصال بخش AC به بار است، که با علامت در نقشه نشان داده می‌شود. اگر ترانسفورماتور ایزوله موجود نباشد حتماً اینورتر باید با چارچوب فلزی آرایه‌ها همبندی شود.

فعالیت



در نقشه شکل ۲۶ محل قرار گرفتن اینورتر ترانسفورماتور ایزوله را مشخص کنید.



شکل ۲۶ــ محل قرار گرفتن ترانسفورماتور ایزوله

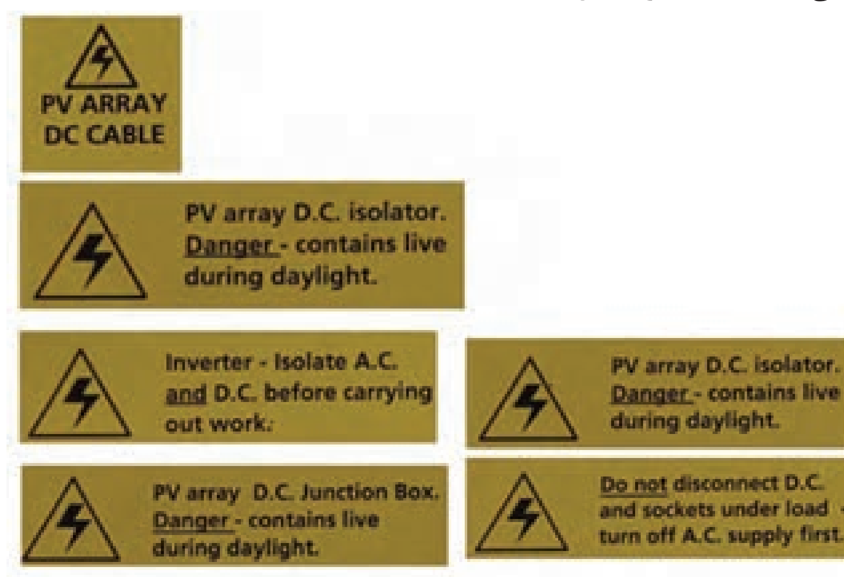
برچسب روی قطعات

نصب برچسب روی قطعات، احتمال خطر ناشی از عدم شوک الکتریکی به‌دلیل عدم اطلاع از ماهیت قطعات را کاهش می‌دهد. برچسب برای قطعات زیر ضروری است:

۱ـ همه هادی‌ها : کابل‌های dC و کابل‌های AC

۲ـ نقاط جداکننده : طرف dC اینورتر، طرف AC اینورتر

۳ـ علائم هشدار: تابلو اتصالات مدول (اطلاع دهد که اتصالات برقدار در طی روز است)، عدم قطع اتصالات dC در حالتی‌که سامانه به بار متصل است.



شکل ۲۷ـ برچسب حفاظتی

فعالیت



برچسب‌های داده شده شکل ۲۷ مربوط به کدام قسمت سامانه بوده و حامل چه پیامی‌است؟

ایمنی

خروجی مدول خورشیدی (بخش dc) در هنگام تابش خورشید دارای ولتاژ الکتریکی است.

فعالیت



مشخصه‌های الکتریکی داده شده در شکل ۲۸ را با یکدیگر مقایسه کنید.



چراغ راهنمایی	تک خانه	سه خانه
ولتاژ کار کرد	۱۲V DC	۱۲V DC
توان چراغ	۵W	۱۵W
تعداد LED	۱۳۴ عدد	۳۷۳ عدد
قطر ماژول	۴۰mm	۴۰mm
درجه حفاظت	ip ۶۵	ip ۶۵
پنل خورشیدی	۱۰ وات	۳۰ وات
باتری خورشیدی	۷۱۵*۱ آمپرساعت	۷۱۵*۳ آمپرساعت
جنس بدنه	پلی کربنات و لوله فلزی	پلی کربنات و لوله فلزی
ابعاد	۳۶*۴۶*۷۰cm	۴۶*۵۰۰*۱۵۴cm
وزن	۲kg	۲۵۴kg

شکل ۲۸ـ مشخصه سامانه چراغ راهنمایی رانندگی از نوع خورشیدی

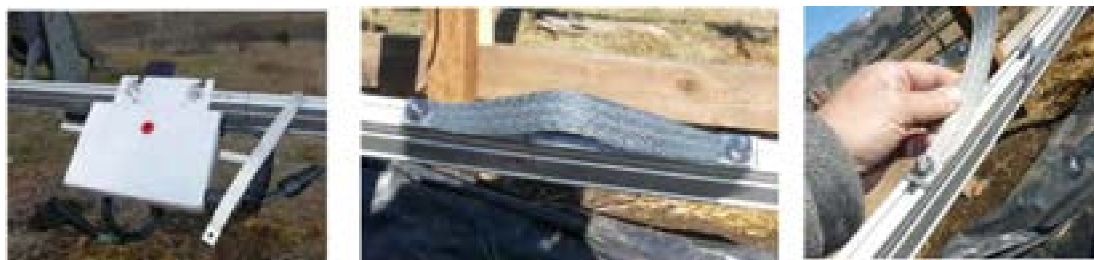
حفاظت در سامانه‌های فتوولتاییک

مقدمه

حفاظت از سیستم فتوولتاییک برای محافظت از افراد و سامانه در دو بخش همبندی و اتصال زمین انجام می‌شود.

همبندی در نصب آرایه‌های فتوولتاییک:

یکی از مراحل مهم نصب آرایه‌های خورشیدی همبندی پایه‌های فلزی و اینورتر است. این کار به معنی هم‌پتانسیل کردن قطعات فلزی و برای ایمنی سامانه انجام می‌شود. همبندی توسط تسمه فلزی قابل انعطاف انجام می‌شود (شکل ۲۹).



شکل ۲۹ـ همبندی در سامانه فتوولتاییک

● **حفاظت و اتصال زمین:** هدف از زمین‌کردن سامانه فتوولتاییک این است که اطمینان ایجاد شود که در هیچ شرایطی بین دو نقطه فلزی بی‌حفاظ سامانه ولتاژی القا نمی‌شود.

به منظور حفاظت افراد و دستگاه‌ها، استفاده از سیستم ارت و زمین‌کردن تجهیزات مطابق روش‌های استاندارد[1] ضروری است. سیستم زمین‌کردن به‌گونه‌ای طراحی شود که باعث ایجاد اضافه ولتاژی فراتر از مقدار نامی تجهیزات متصل شده به شبکه برق نشود و همچنین نباید موجب اختلال در هماهنگی حفاظت خطای زمین در شبکه برق شود. مطابق شکل کلیه قسمت‌ها نظیر باتری، مبدل، آرایه و جعبه اتصال باید به اتصال زمین وصل شود (شکل ۳۰). مقاومت عایقی بین اتصالات نیز اهمیت دارد که در فیلم به آن اشاره شده است.

فیلم



اندازه‌گیری مقاومت عایقی به مدت "۴:۲۳'



شکل ۳۰ـ همبندی بدنه فلزی آرایه‌ها و اینورتر

برای اجرای اتصال زمین اینورتر و بدنه فلزی پایه‌ها می‌توان از میله‌های مسی مطابق شکل ۳۱ استفاده کرد. این میله روی بدنه فلزی میکرواینورتر محکم پیچ می‌شود. اندازه میله مسی به اندازه طول آرایه انتخاب می‌شود (شکل ۳۲).



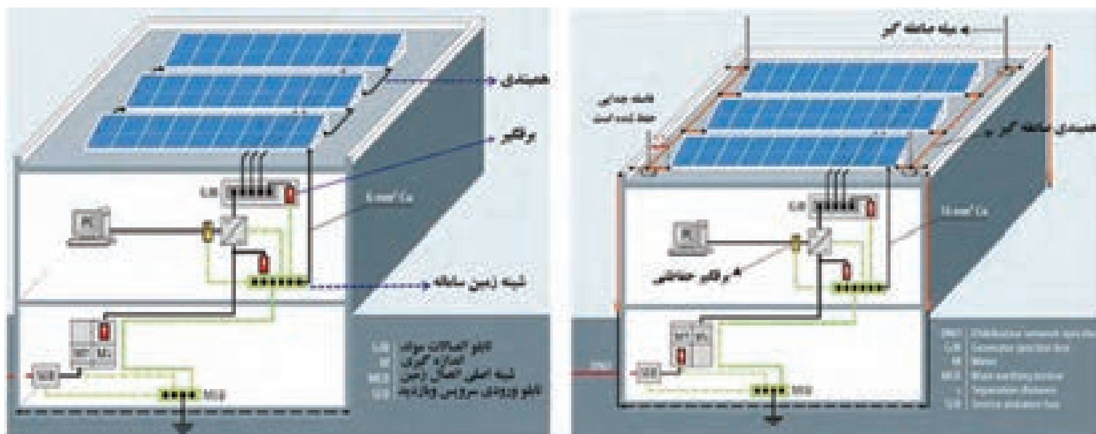
شکل ۳۱ـ اتصال زمین

فعالیت



با توجه به آنچه در واحد یادگیری همبندی و صاعقه‌گیر فرا گرفته‌اید نقش همبندی و صاعقه‌گیر در شکل ۳۳ را تفسیر کنید.

۱ـ NEC ۶۹۰

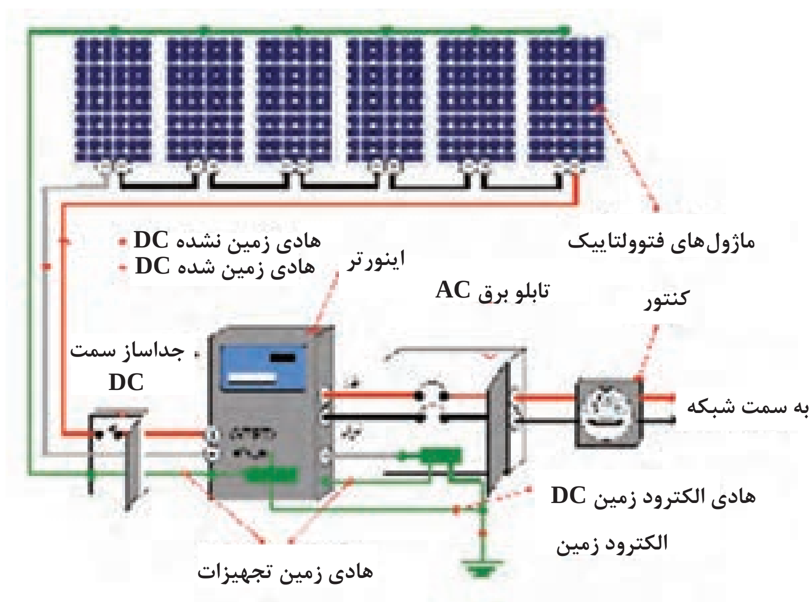


شکل ۳۲ــ اتصال برق‌گیر و همبندی با اتصال زمین



فعالیت

در مورد هادی زمین شده و زمین نشده در شکل ۳۳ بحث و تبادل نظر کنید.



شکل ۳۳

● مقررات اتصال زمین سیستم‌های فتوولتاییک

ـ برای آرایشی از صفحات فتوولتاییک اگر ماکزیمم ولتاژ سیستم بیشتر از ۵۰ ولت است، در سمت DC یکی از سیم‌های حامل جریان (غالباً هادی منفی) باید زمین شود. همچنین در سمت AC سیم نول باید زمین شود (شکل۳۴).



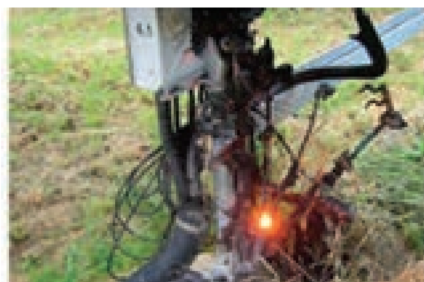
شکل ۳۴ـ اتصال زمین آرایه خورشیدی

بعد از اتصال میکرواینورتر به میله مسی در انتهای میله مسی ابتدا به بدنه فلزی پایه‌های همبندی شده متصل می‌شود. بعد از این کار سر میله مسی به اتصال زمین متصل می‌شود.
رعایت موارد زیر اهمیت نگهداری در بخش حفاظتی را بیان می‌کند.
ـ مقاومت سیستم زمین کمتر از ۲ اهم باشد .
● تمام سطوح فلزی بی‌حفاظ که می‌تواند برقدار باشد، باید از طریق هادی و یا ارتباطات مکانیکی که وظیفه زمین‌کردن تجهیزات را دارند، زمین شوند.
● هادی زمین در سمت پنل‌ها و در سمت مدار خروجی، باید حداقل ظرفیت عبور جریانی معادل ۱/۲۵ برابر جریان اتصال کوتاه پنل‌ها را داشته باشد.
● برای حفاظت تابلو اتصالات میله مسی متصل شده به زمین به بدنه جعبه اتصالات و سربندی سامانه فتوولتاییک نیز باید اتصال الکتریکی داشته باشد (شکل ۳۵).



شکل ۳۵ـ اتصال میله مسی به بدنه تابلو اتصالات

● به‌دلیل وجود هر دو نوع ولتاژ AC و DC باید هر دو طرف اتصال زمین شود. برای این کار هر دو اتصال به یک الکترود زمین متصل شود.



شکل ۳۶ـ سامانه فتوولتاییک بدون اتصال زمین که منجر به آتش‌سوزی شده است.

- اجزای موجود در سامانه باید از لحاظ الکتریکی به هم متصل بوده (همبند باشند) و در نهایت سازه باید به سیستم زمین متصل شود (شکل ۳۶).
- سیستم زمین باید مطابق با استانداردهای موجود اجرا شده، هادی‌های سیم زمین باید حداقل با سایز $6\ mm^2$ برای جنس‌هادی مسی، $10\ mm^2$ برای جنس هادی آلومینیومی باشد. سیم زمین می‌تواند از همان مسیر سیم‌های سامانه عبور داده شود.
- سازه باید حداقل از ۲ نقطه به شینه اصلی سیستم زمین متصل باشد.

فعالیت



مقاومت اتصال زمین سامانه فتوولتاییک را توسط میگر اندازه‌گیری نمایید.



کار عملی

فیلم شماره ۱ را نگاه کنید و مشابه این کار را برای سامانه فتوولتاییک انجام دهید. نتیجه را در دفتر گزارش‌کار ثبت کنید.

هزینه نگهداری سامانه

هزینه نگهداری سامانه فتوولتاییک نسبت به مولدهای سوخت فسیلی بسیار کمتر است. در جدول ۹ هزینه‌های نگهداری سالانه را معادل یک درصد هزینه تجهیزات نشان داده است.

جدول ۹ـ هزینه اولیه و نگهداری سامانه

سرمایه‌گذاری اولیه	هزینه‌های متغیر
پنل فتوولتاییک ۴۵ تا ٪۵۰	۱ـ تعویض اینورتر: توصیه می‌شود که در طول عمر سیستم هزینه یک‌بار تعویض اینورتر لحاظ شود. ۲ـ نگهداری و تمیزکاری مدول‌ها ۳ـ هزینه سالانه سیستم فتوولتاییک معادل ٪۱ هزینه تجهیزات
سازه نگهدارنده ٪۵۰	
اینورتر ۲۰ تا ٪ ۲۵	
هزینه نصب و راه‌اندازی سیستم ۲۰ تا ٪۳۰	

عیوب سامانه فتوولتاییک: بررسی و تعیین وضعیت عیوب ظاهری تجهیزات سامانه فتوولتاییک و رفع عیب مطابق جدول شماره ۱۰ قابل انجام خواهد بود. در جدول ۱۱ نیز فهرست‌وارسی الکتریکی سامانه فتوولتاییک آورده شده است.

جدول ۱۰ـ چک‌لیست بررسی سامانه‌های فتوولتاییک بعد از نصب و بهره‌برداری

ردیف	قطعات / تجهیزات	توضیحات	چاره‌اندیشی / اقدام
۱	مدول‌های فتوولتاییک	کنترل و بازدید گرد و غبار و نخاله‌های موجود بر روی صفحه مدول فتوولتاییک	باید به‌صورت تمیز پاک شود. برای تمیز کردن فقط از آب استفاده شده و استفاده از سایر حلال مجاز نمی باشد.
		کنترل و بازدید سلامت فیزیکی و ظاهری کلیه مدول‌های موجود در سیستم	جایگزین نمودن مدول آسیب دیدن با مدول سالم با همان مشخصات فنی
		کنترل و بازدید کابل‌های شل شده در ترمینال‌های موجود مربوط به مدول‌های فتوولتاییک، آرایه‌های فتوولتاییک و سایر موارد مشابه	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		چک کردن اتصالات کابل‌ها	جایگزین نمودن کابل‌ها، در صورت نیاز
۲	اینورترفتوولتاییک	کنترل و بازدید قابلیت‌های اینورتر اعم از قابلیت قطع اتوماتیک (در صورت نبود منبع توان شبکه)	جایگزین نمودن اینورتر در صورت وجود چنین خطایی
		کنترل و بازدید شرایط تهویه هوا	تمیز نمودن گردوخاک و غبار موجود در سیستم تهویه هوا
		کنترل و بازدید کابل‌های شل شده در ترمینال‌های موجود در اینورتر	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		کنترل و بازدید دمای عملکرد (در صورت غیر نرمال بودن)	جایگزین نمودن
۳	کابل	کنترل و بازدید شرایط کابل‌ها، اعم از ساییدگی و پارگی	جایگزین نمودن کابل‌ها، در صورت نیاز
		کنترل و بازدید ترمینال کابل‌ها جهت مشاهده علائم سوختگی، نقطه جوش یا ذوب‌شدگی و یا شل شدن اتصالات	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
۴	جعبه تقسیم یا جعبه اتصالات	کنترل و بازدید ترمینال کابل‌ها اعم از ساییدگی و پارگی یا شل‌شدگی	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
		کنترل و بازدید (برچسب) تذکرات هشدار دهنده	جایگزین نمودن برچسب تذکرات هشداردهنده در صورت لزوم
		کنترل و بازدید ظاهر فیزیکی	جایگزین نمودن

۵	تجهیزات عایقی	کنترل و بازدید قابلیت عملکرد عایق‌ها	جایگزین نمودن
۶	سیستم زمین یا ارتینگ مربوط به نیروگاه فتوولتاییک	کنترل و بازدید شرایط کابل‌های مربوط به سیستم زمین	جایگزین نمودن در صورت لزوم
		کنترل و بازدید ظاهری و فیزیکی اتصالات مربوط به سیستم زمین	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		کنترل و بازدید پیوستگی کابل سیستم زمین	عیب‌یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم
۷	اتصال فلزی استراکچر سیستم فتوولتاییک مربوط به ارت رعدوبرق	کنترل و بازدید شرایط اتصال کابل	جایگزین نمودن در صورت لزوم
		کنترل و بازدید و رویت ظاهری و فیزیکی اتصال کابل	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		کنترل و بازدید پیوستگی اتصال ارت رعد و برق	عیب‌یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم

جدول۱۱ــ نمون برگ فهرست وارسی مشخصات الکتریکی سامانه فتوولتاییک

ردیف	مشخصات الکتریکی سامانه فتوولتاییک		مقدار اندازه‌گیری‌شده	مقدار ثبت شده در شرایط STC	مقادیر صحیح است / نیاز به بررسی دارد
۱	مدول خورشیدی	VOC			
		ISC			
۲	سیم‌کشی	سیم فاز (mm^2)		***	
		سیم زمین (mm^2)		***	
۳	مقاومت عایقی	ولتاژ آزمون		***	
		قطب مثبت با زمین $M\Omega$		***	
		قطب منفی با زمین $M\Omega$		***	
۴	توان و نقطه کار	$Vmp_{(v)}$			
		$Imp_{(A)}$			
		$pmP_{(W)}$			

ارزشیابی شایستگی نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک

شرح کار:
- اهمیت نگهداری از سامانه فتوولتاییک
- نگهداری از طریق مشاهده و اندازه‌گیری
- ترجمه متون فنی نگهداری و ایمنی قطعات سامانه
- برچسب روی قطعات

استاندارد عملکرد: بررسی عملکرد قطعات سامانه از طریق کنترل رفتار آنها و ترجمه متون فنی

شاخص‌ها:
- تغییر رفتار قطعات سامانه
- تغییر LED کنترل‌کننده شارژ
- مشاهده و اندازه‌گیری کمیت‌های ولتاژ و جریان سامانه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب ـ ابزار مناسب ـ مدت زمان متناسب با حجم کار
ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق ـ باتری لید اسید ـ اینورتر ـ لباس کار- مدول خورشیدی- کنترل شارژ باتری- اینورتر و اتصالات و کابل

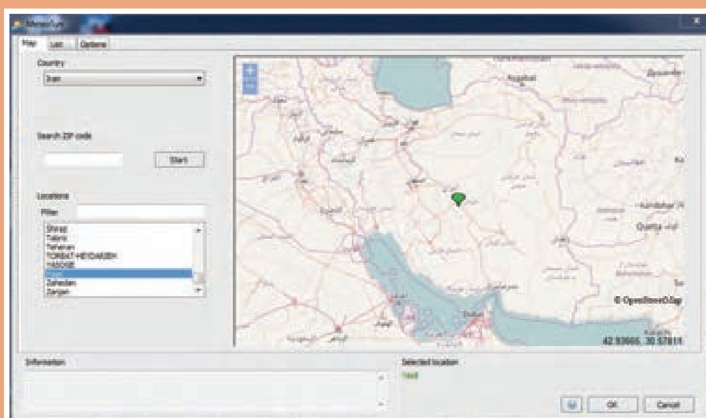
معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشخیص رفتار سامانه از روی وضعیت LED	۲	
۲	تغییر موارد ایمنی و حفاظتی به زبان اصلی	۱	
۳	تشخیص عیوب سامانه	۲	
۴	برچسب‌خوانی روی قطعات	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستندسازی ویژگی شخصیتی		۲	
میانگین نمرات			*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.

پودمان ۵

نقشه‌کشی و نرم‌افزار



واحد یادگیری ۶

نقشه‌کشی و نرم‌افزار

آیا می‌دانید

• نقشه‌کشی همبندی قبل از اجرا چه مزایایی دارد؟
• نقشه‌کشی سامانه فتوولتاییک چه مزایایی در نصب سامانه دارد؟
• نرم‌افزار امکان‌سنجی سامانه فتوولتاییک چه متغیرهایی را تعیین می‌کند؟
• با نرم‌افزار می‌توان مقدار شدت تابش نور خورشید و عرض جغرافیایی را تعیین کرد؟
• سامانه نصب پمپ چاه آب و مستقل از شبکه قابل شبیه‌سازی با نرم‌افزار است؟

استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود با استفاده از نرم‌افزار اتوکد نقشه‌کشی همبندی ساختمان، خانه هوشمند و سامانه فتوولتاییک را انجام دهند.
آنها در ادامه قادر خواهند بود با برآورد مکانی مقدار تابش نور خورشید در هر نقطه از کشورمان با انتخاب قطعات سامانه فتوولتاییک تعریف شده، شبیه‌سازی دقیقی از پروژه تعریف شده داشته باشند.

مقدمه

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی ابزاری برای اجرای کار و پروژه است. بسیاری از مواقع قبل از اجرای یک پروژه و سامانه با ترسیم نقشه می‌توان به موانع اجرایی احتمالی آن پی برد. همچنین با استفاده از نقشه می‌توان برآوردی از هزینه‌ها به‌دست آورد.
کاربرد نرم‌افزار نیز قبل از اجرا این فرصت را برای افراد ایجاد می‌کند تا دید کلی از فضای انجام کار، متغیرها و خروجی ها پیدا کنند. فضای نرم‌افزار با تغییر متغیرها و مطالعه خروجی‌های مختلف می‌توان تصمیم دقیق‌تری در مورد کار نهایی گرفت و شرایط را متناسب با محیط و محل انجام پروژه تعریف کرد.

۱ـ۵ـ نقشه‌کشی

در این فصل سه کار عملی برای نقشه‌کشی به کمک رایانه (اتوکد) تعریف شده است. ابتدا نقشه‌کشی همبندی، پلان همبندی فونداسیون و طبقات با اشاره به نحوه جوشکاری قطعات مختلف در همبندی ذکر شده است. در ادامه کار عملی دوم برای نقشه‌کشی خانه هوشمند تعریف شده و در نهایت یک کار عملی برای سامانه خورشیدی آورده شده است.



کار عملی

نقشه‌کشی همبندی با میل‌گردهای اسکلت

نقشه‌کشی همبندی با توجه به پلان‌هایی که به شما داده می‌شود انجام می گیرد. این کار عملی همراه با نکات فنی مربوط به فصل همبندی است. سعی کنید پلان را به همراه جزئیات کار تکمیل و ترسیم نمایید.

مراحل کار به شرح زیر است:

۱ـ رسم همبندی در فونداسیون

۲ـ پلان همبندی طبقات

۳ـ پلان همبندی سقف بام و پلان همبندی خرپشته

۴ـ جزئیات همبندی روی یکی از ستون‌ها به‌صورت رایزر

۵ـ تهیه نقشه جزئیات انواع اتصالات میل‌گردها

۶ـ جزئیات برای اتصال‌دهنده روی ستون‌ها

برای این منظور به‌صورت زیر عمل کنید:

یک فایل الگوی acadiso.dwt را باز کنید.

لایه‌هایی مطابق جدول ۱-۵ را برای رسم ایجاد نمایید.

جدول ۱-۵- لایه‌های مورد نیاز

Betton	73	Continuous	0.13 mm	0	Color_73
Bonding d...	white	Continuous	Default	0	Color_7
Defpoints	white	Continuous	Default	0	Color_7
Dim	red	Continuous	Default	0	Color_1
fix point	172	Continuous	Default	0	Color_...
Hambandi	170	Continuous	Default	0	Color_...
Plan	8	Continuous	0.13 mm	0	Color_8
Text-1	21	Continuous	0.13 mm	0	Color_21
Text2	blue	Continuous	Default	0	Color_5

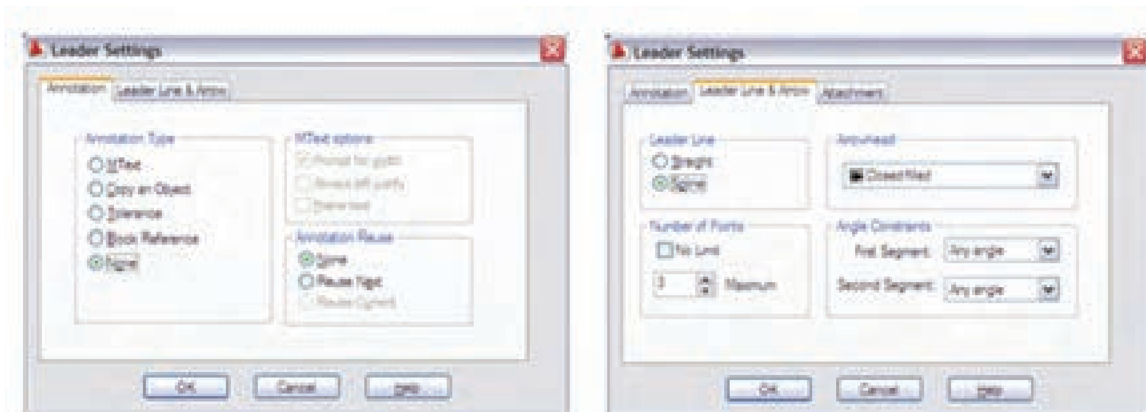
ـ ابتدا زواید پلان‌های مربوط را حذف کرده و آنها را در لایه plan قرار دهید. برای اجرای موارد ۱ و۲ و ۳ به ترتیب روی پلان فونداسیون، وسط شناژهای پیرامونی آن را با فرض جاری بودن لایه Bonding و با استفاده از دستور Line و با فعال بودن ORTHO به‌هم وصل کنید یعنی خطوط هادی همبند پیرامونی را رسم نمایید.

ـ در ادامه فقط درپلان فونداسیون مانند بالا عمل کنید. همچنین وسط شناژهای ارتباطی و خطوط ارتباطی آنها را رسم نمایید.

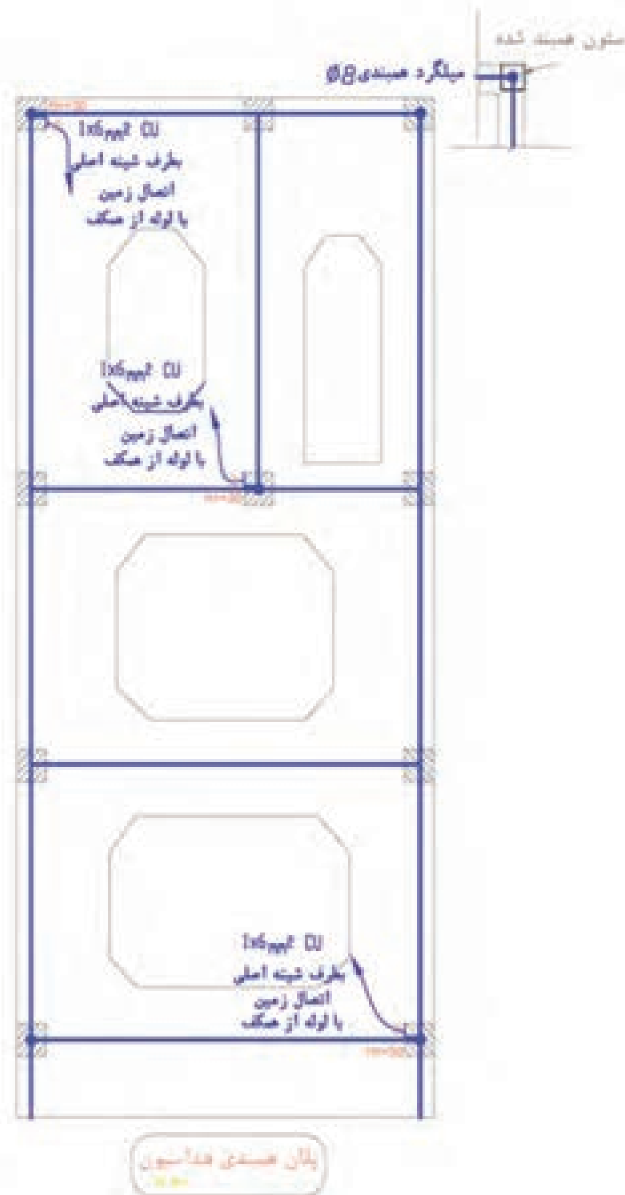
ـ برای نمایش ستون‌های همبند در پلان باید پنج نقطه توپر و واضح در محل اتصال ۹۰ درجه شناژهای پیرامونی (چهار گوش ساختمان) و یک نقطه توپر هم در یکی از ستون‌های خرپشته، رسم نمایید. به خاطر داشته باشید این پنج نقطه در تمامی پلان‌های بعدی یعنی طبقات و بام و خرپشته نیز تکرار شده وبایدترسیم نمایید. برای این منظور دوباره در لایه Bonding قرار دارید و می‌توانید از دستور Donut استفاده کرده و شعاع داخلی را صفر در نظر بگیرید و یا دایره‌ای را رسم کرده و آن را به‌صورت solid هاشور بزنید. در این صورت نقطه توپر را خواهید ساخت و با دستورکپی (Copy) آن را در محل‌های گفته شده ذخیره(paste) کنید.

ـ اگر در پلان، طبقات منفی(زیرزمین) نداشته باشید می‌توانید در پلان فونداسیون کد ارتفاعی ۳۰+ همکف را نیز نشان دهید. برای نمایش قطعه اتصال روی ستون همبند، یک اتصال L شکل را نبشی در نظر بگیرید و با دو خط آن را به میل‌گرد همبند متصل کنید. در شکل پلان فونداسیون این موضوع نشان داده شده است آن را ترسم کنید.

ـ در این مرحله مانند نقشه‌های برق (پلان روشنایی و پریز) باید نقطه اتصال را برای ارتباط به ترمینال اصلی اتصال زمین با "پیکانی" آدرس‌دهی کنید. معمولاً در مقیاس نقشه این پیکان کمی کوچک خواهد بود با تنظیمات Dimention Style پیکان را بزرگ‌تر کنید در ضمن خط پیکان باید قوس‌دار و بدون نوشته باشد. پس با اجرای دستور Leder در پنجره Leader Setting دکمه None و Spline را انتخاب کنید. (شکل ۱)



شکل ۱- تنظیمات



شکل ۲- پلان همبندی فونداسیون

ـ اکنون نوبت ترسیم همبندی در پلان طبقات است. در صورتی که یکی از طول‌های پیرامونی ساختمان کمتر از ۲۰ متر باشد نیازی نیست که شناژهای ارتباطی آن طبقه در همبندی به‌هم وصل شوند و فقط شناژ پیرامونی (دور تا دور) ساختمان را مشابه حالت قبل ترسیم کنید. این طرح به عنوان شبکه همبند کافی است.

ـ ستون‌های همبند را بار دیگر به‌صورت پنج نقطه توپر مانند پلان فونداسیون نشان داده و ترسیم کنید (شکل ۲).

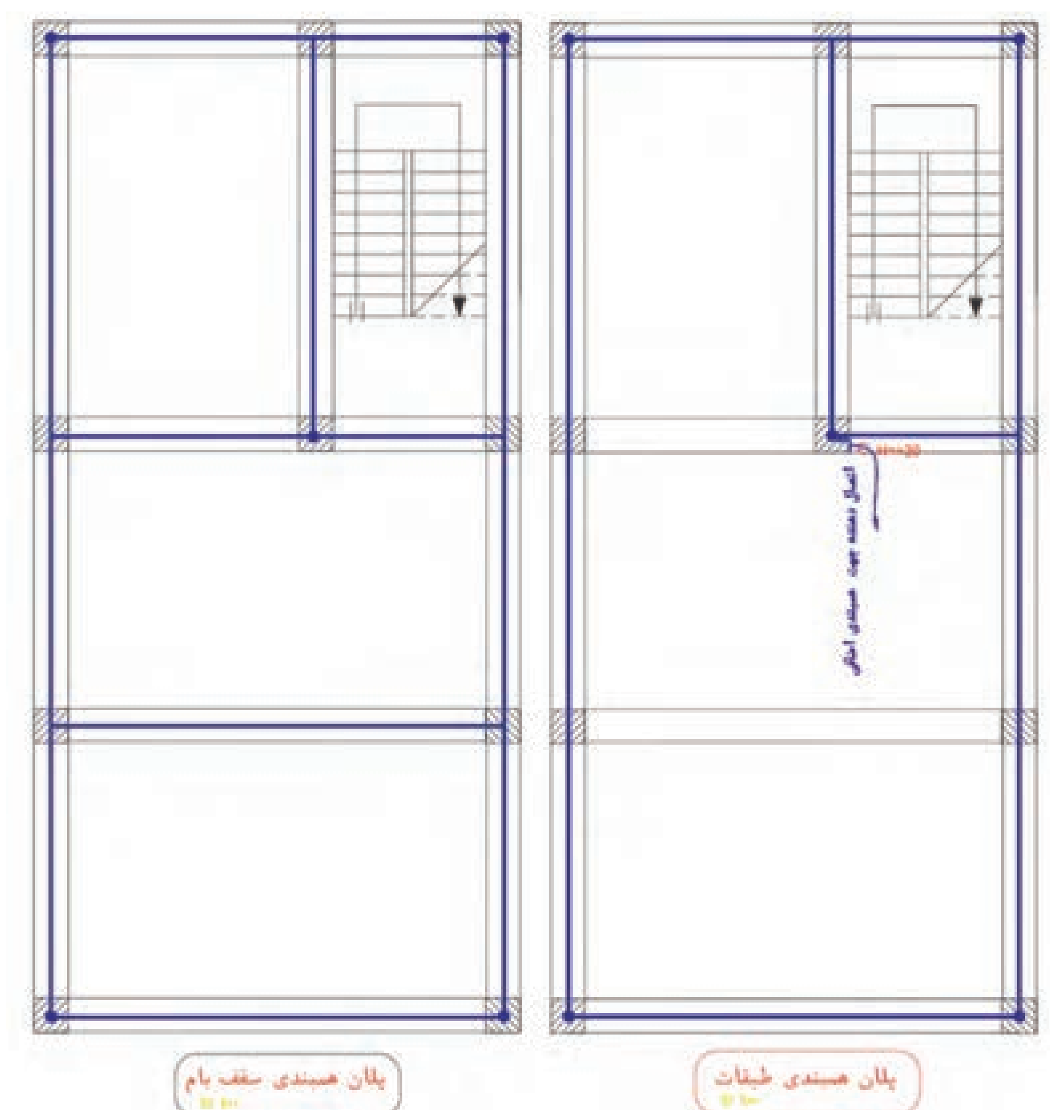
ـ در این پلان نیاز به یک نقطه متصل‌کننده است چرا که برای همبندی اضافی داخل ساختمان و جعبه همبندی حمام مورد نیاز خواهد بود آن ستون همبند را انتخاب و اتصال‌دهنده را در آنجا ترسیم کنید (مطابق پلان طبقات).

ـ در این مرحله نوبت می‌رسد به پلان سقف بام که معمولاً به لحاظ ظاهری شبیه شکل پلان طبقات است. در این پلان مانند مرحله اول و دوم پلان طبقه عمل کنید اما در ادامه مانند پلان فونداسیون باید شناژهای ارتباطی را نیز به‌هم وصل نمایید بدین ترتیب کار پلان سقف بام تمام خواهد شد.

در انتها نوبت به پلان خرپشته می‌رسد. برای ترسیم همبندی خرپشته دور تا دور آن را از وسط شناژ با خط همبندی مانند بقیه به‌هم وصل کنید. پلان خرپشته معمولاً یک ستون همبند دارد اما در برخی مواقع که در گوشه ساختمان باشد ستون همبند دیگری نیز خواهد داشت آنها را نیز مطابق آنچه قبلاً گفته شد ترسیم کنید (شکل ۳).

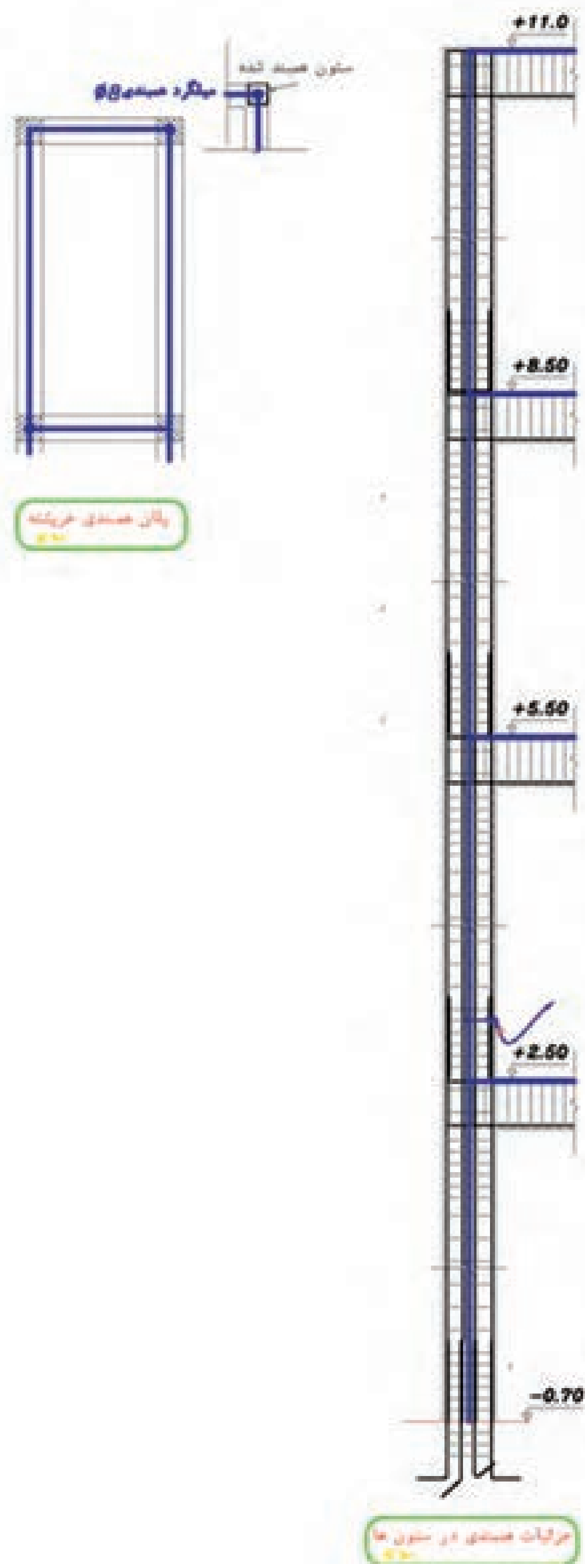
مراحل ۱، ۲ و ۳ نقشه که مربوط به پلان‌ها بود تا این قسمت ترسیم شد. برای مورد ۴ یعنی رسم جزئیات رایزر همبندی،یکی از ستون‌های همبند را در نظر گرفته و از وسط، ستون هادی همبند را از ابتدا تا انتهای آن رسم کنید این نقشه باید با پلان‌ها همخوانی داشته باشد برای این منظور نقاط اتصال را در طبقات نیز رسم نمایید.

برای مورد۵، جزئیات انواع اتصال جوشی میل‌گردها را ترسیم نمایید. همچنین مطابق شکل مربوط به جزئیات، اتصال‌دهنده روی ستون‌ها را مشابه شکل داده شده رسم نمایید (شکل ۴).

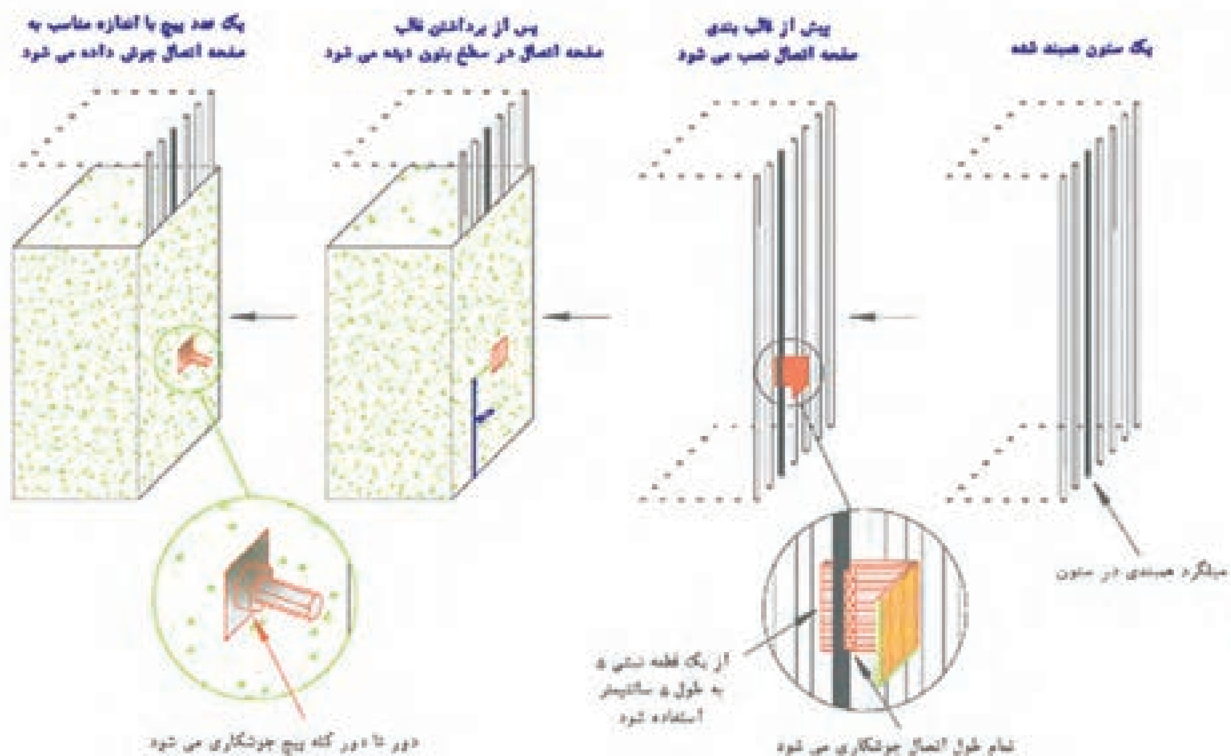


شکل ۳- پلان همبندی طبقات

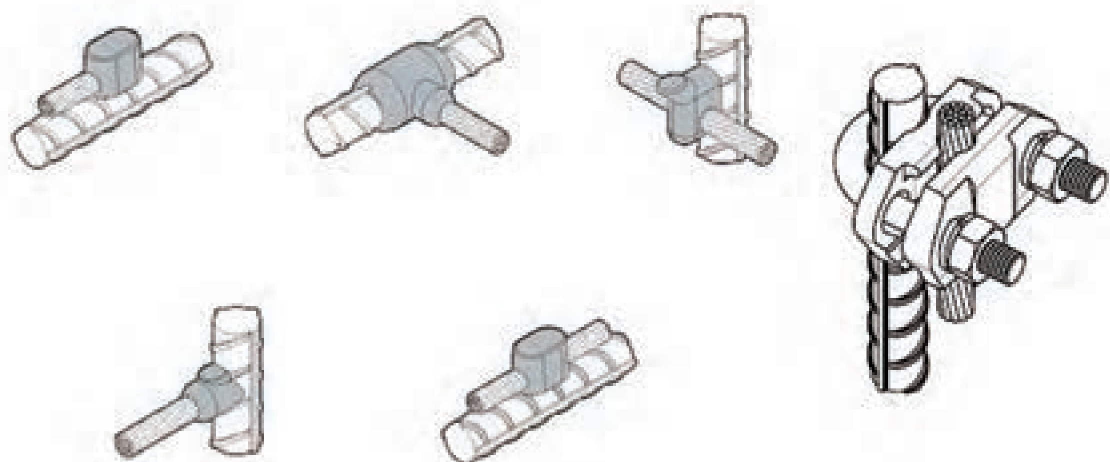
شکل ۴- جزئیات همبندی



شکل ۴- جزئیات همبندی



شکل ۵- جزئیات اجرایی قطعه اتصال در ستون همبندی



اگر هادی مسی را به عنوان هادی همبند انتخاب می‌کنید هادی مسی باید دارای مقطع حداقل ۱۶ میلی‌متر مربع بوده و درهر فاصله ۶ متر با استفاده از جوش احتراقی یا بست پیچی مطابق تصاویر داده شده به میل‌گرد متصل شود.



نحوه جوشکاری میلگردهای طولی
(جوشکاری Overlap ها)



نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراهه



وه جوشکاری میلگردها در یک گوشه



نحوه جوشکاری میلگردها در یک تقاطع سه راهه

نوع آرماتور	طول جوش	
	یکطرفه	دوطرفه
AI	6d	3d
AII	8d	4d
AIII	10d	5d

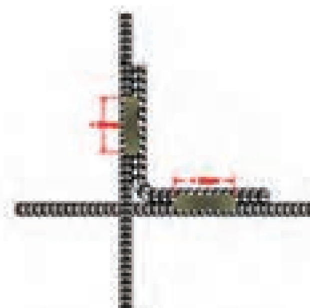
قطر آرماتور(میلگرد)

آرماتور AI از نوع ساده وآرماتورهایAII و AIIIاز نوع آج دار هستند





جوش یکطرفه   جوش دوطرفه



نحوه جوشکاری میلگردهای شناژ یا شالوده به ستون (میلگردهای افقی به عمودی)



کار عملی

نقشه‌کشی ساختمان هوشمند KNX

نقشه‌کشی ساختمان هوشمند شبیه نقشه‌کشی روشنایی برق ساختمان است. با این تفاوت که در این نقشه‌کشی از قطعات مربوط به نقشه‌کشی خانه هوشمند استفاده می‌شود و نقشه‌های متفاوتی دارد. این نقشه‌ها عبارت‌اند از:

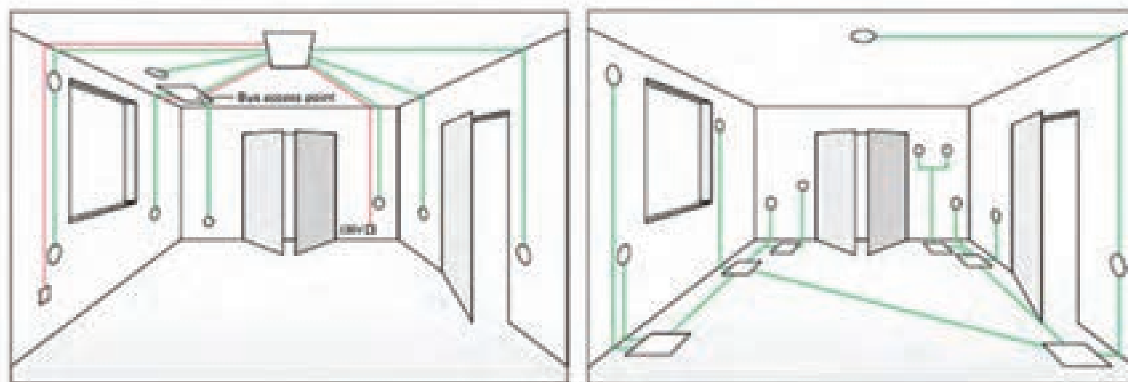
۱ـ ترسیم سیم‌کشی ساختمان هوشمند روی پلان مربوط

۲ـ نقشه تابلو برق ساختمان هوشمند

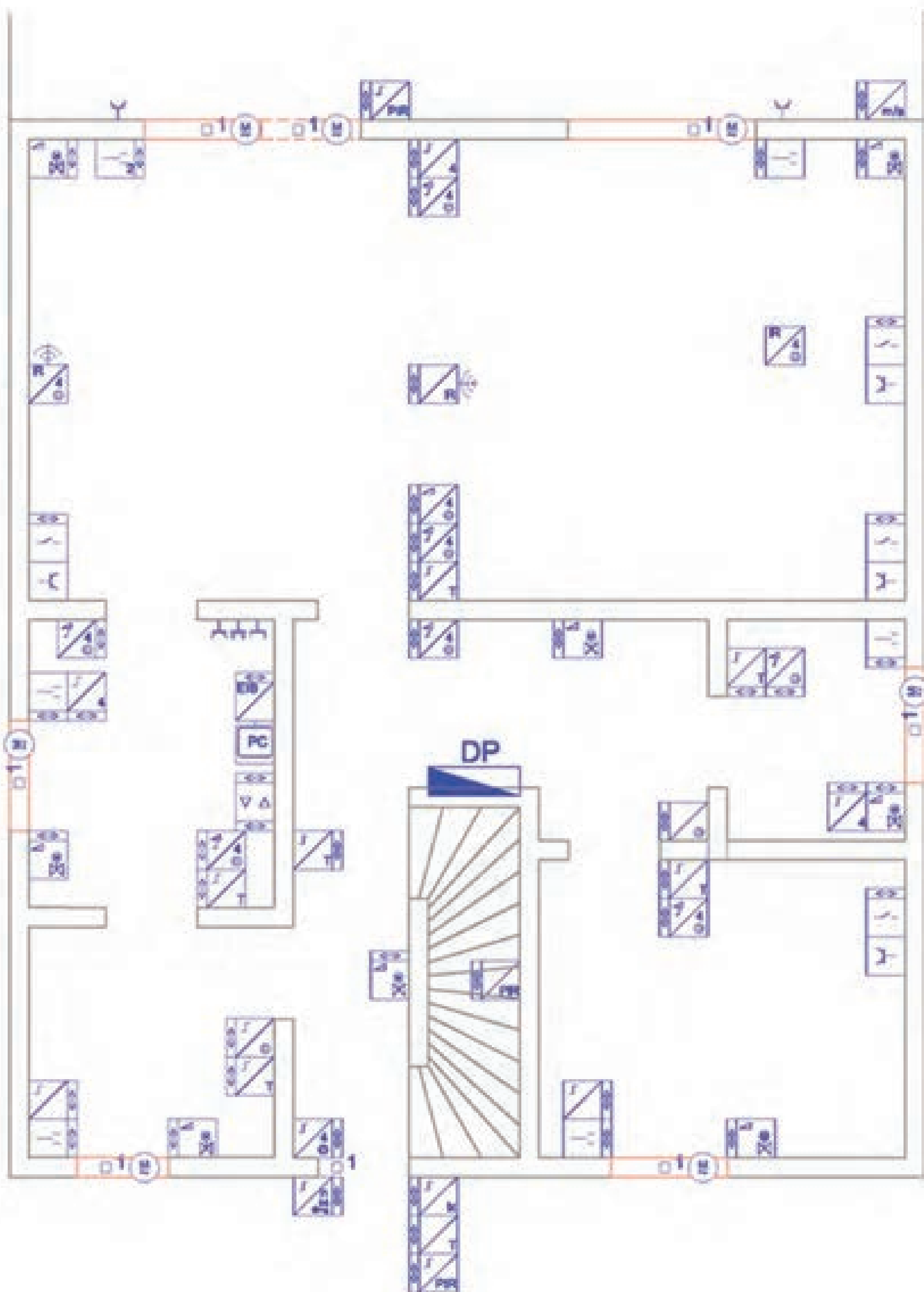
۳ـ نقشه‌های رایزر در صورت لزوم

۴ـ جزئیات اجرایی نصب سنسورها

برای ترسیم نقشه‌ها در زمینه پلان داده شده باید توجه داشت علائمی که KNX برای قطعات مختلف تعریف و معرفی کرده برای نقشه‌کشی پلان می‌تواند به‌کار گرفته شود. در این صورت با توجه به اینکه این علائم چهارگوش و نسبتاً بزرگ هستند فقط می‌توانید آنها رادر پلان نشان دهید. برای ترسیم سیم‌کشی Bus و قدرت باید از نمودار دیگری بیرون از پلان استفاده کنید. به‌همین منظور این نوع نقشه‌کشی در بازار کار چندان رایج نیست و از علائم کوچک دیگری برای این منظور استفاده می‌شود. در شکل ۶ دو نمونه سیم‌کشی KNX یکی کاملاً سقفی و دیگری از کف آورده شده است. در نقشه شکل ۷ بعدی علائم دیگری را برای KNX می‌بینید، آنها را ترسیم کنید و با استفاده از آنها کار کنید.



شکل ۶- سیم‌کشی KNX



شکل ۷- نقشه دیگری از KNX

برای ترسیم این نقشه‌ها روش کار به این صورت خواهد بود. ابتدا لایه‌هایی را تعریف کنید. یک لایه مربوط به خطوط Bus و لایه دیگر مربوط به برق اصلی(power) و لایه‌ای را هم برای قطعات و ماژول‌ها در نظر بگیرید. برای نوشتن توضیحات فارسی و متن مطابق جدول ۲-۵ لایه لازم دارید.

جدول ۲-۵ فهرست لایه‌های مورد نیاز در نقشه

نام لایه	رنگ	Line weight	کاربرد	On/off	Freeze/thaw	Lock/Unlock
Bus	۳۰	Default	خط باس	On	thaw	Unlock
power	blue	Default	برق اصلی	On	thaw	Unlock
Devices	red	۰٫۵ mm	قطعات	On	thaw	Unlock
TEXT_۱	Yellow	Default	متن۲	On	thaw	Unlock
TEXT_۲	۲۱	Default	متن۱	On	thaw	Unlock
Plan	۸	Default	پلان	On	thaw	Unlock

ترسیم روی پلانی شروع کنید که از قبل آماده کرده و زواید آن را حذف کرده و در لایه plan قرار داده‌اید. با توجه به اینکه مدارهای Bus دارای ولتاژ ۳۰ ولت و مدارهای برق اصلی دارای ولتاژ ۲۳۰ ولت هستند قاعدتاً باید آنها را در دو پلان مجزا ترسیم کنید. این کار باعث می‌شود تا مجریان پروژه دچار مشکل اجرایی نشوند. با توجه به تفاوت رنگ لایه‌های مربوط می‌توان آنها را روی یک پلان ترسیم کرد و در ضمن پلات گرفتن از نقشه این کار را انجام داد. نکته مهم این است که قبل از همه این کارها احتیاج به یک جدول کوچک علائم شمای فنی دارید که آن را مطابق جدول داده شده کنار پلان مربوط ترسیم نمایید.
نقشه‌های کار عملی در اینجا با توجه به مطالبی که در فصل مربوط آموختید فقط شامل مدارات Lighting (روشنایی)، Dimming (افزایش و کاهش نور)، Blind (کنترل پرده)، HVAC (سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع) می‌باشد. با توجه به سناریوهایی که در نظر گرفتید کار رسم را انجام خواهید داد، اما در ساختمان هوشمند با توجه به بحث کاهش مصرف انرژی و سیستم‌های حفاظتی مدارات و ارتباطات، سناریوهای دیگری را نیز می‌توان در نظر گرفت. برای ادامه کار مطابق مراحل زیر عمل نمایید:
الف) ابتدا برای یک مدار روشنایی روی پلان مطابق مراحل نقشه‌کشی(یعنی نوع سنتی آن) چیدمان قطعات را انجام و ترسیم نمایید.
ب) مداربندی این قطعات را باتوجه به مدار Bus و مدار power انجام دهید. انواع کلیدها شامل ساده، لمسی و تاچ را توسط مدار Bus بهم ارتباط دهید. با توجه به مکان‌سنجی (توپولوژی) Bus که در فصل ساختمان هوشمند ارائه شده است می‌توانید ارتباطات را انجام دهید. استفاده از ارتباطات ساده و متعارف برای ساختمان‌های معمول و در اندازه کوچک توصیه می‌شود. به عبارت دیگر یک کلید فقط باید به کلید

بعد از خود برق‌رسانی Bus کند.

ج) مداربندی را با توجه به اینکه چراغ یا چراغ‌ها به کدام خروجی از تابلو هوشمند و ماژول‌های مربوط متصل می‌شوند، انجام داده و با آدرس‌دهی آنها را به تابلو و خروجی مربوط متصل کنید. طبیعی است که در این حالت از لایه power برای این منظور استفاده می‌شود.

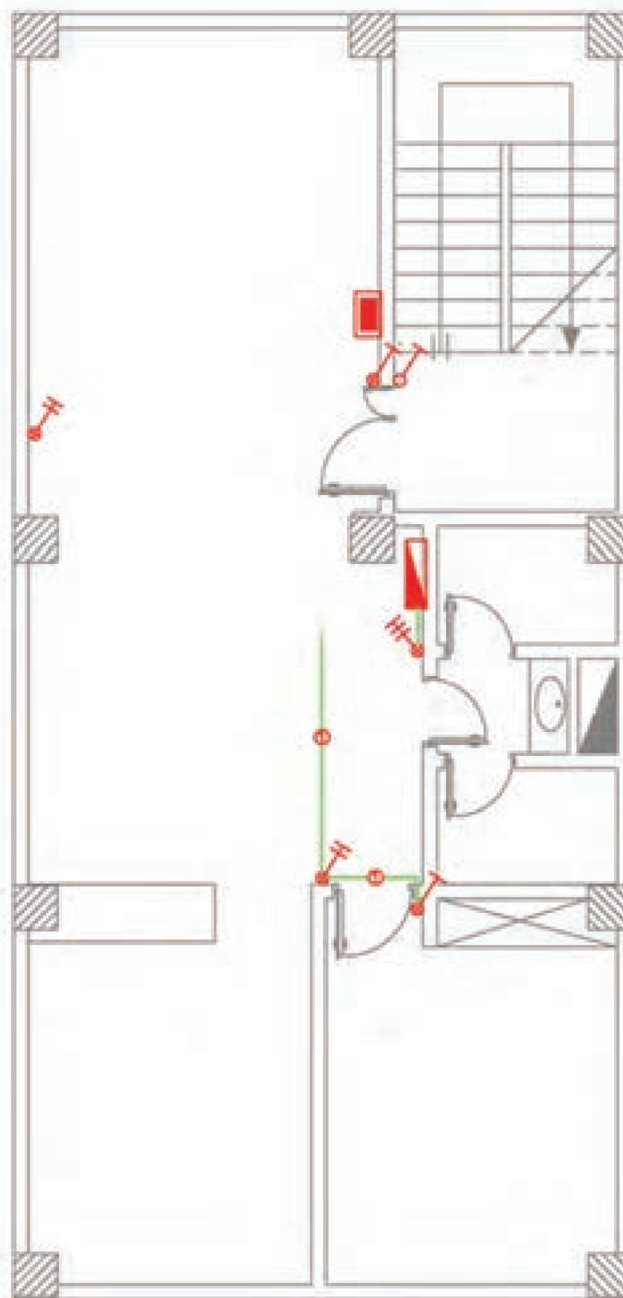
پلان ساختمان هوشمند داده شده در شکل ۸ رابا توجه به علائمی که تعریف شده تکمیل کنید.

شرح	علامت
چراغ‌دانه عمومی و روی تابلو چراغ سیگنال	
چراغ روکار سقفی حباب دار	
چراغ دیواری	
چراغ دیواری برای مناطق مرطوب	IP44
چراغ توکار سقفی	
چراغ دیواری توکار	
لوستر (با ذکر تعداد وتوان هر لامپ)	
زنگ	
هواکش	
سیم کشی به سمت بالا	
سیم کشی به سمت پایین	
کلید هوشمند هشت پل	
کلید هوشمند شش پل	
کلید هوشمند چهار پل	
کلید هوشمند دو پل	
کلید هوشمند دو پل با ورودی فرمان	
تابلو برق و هوشمند	
صفحه لمسی هوشمند	

حرف T منظور ترموستات بودن کلید است

① KNX Cable

② Power wire 3x1.5 mm^2



شکل ۸- پلان ساختمان هوشمند



کار عملی

نقشه‌کشی سامانه خورشیدی

نقشه‌کشی سامانه فتوولتاییک برخلاف دو کارعملی نقشه‌کشی قبل، روی پلان طبقات ساختمان انجام نمی‌شود. با توجه به مطالب مربوط به سامانه خورشیدی می‌توانید این نقشه‌ها را ترسیم کنید:

۱ـ پلان بام ساختمان سامانه PV

۲ـ نمودار تک خطی سامانه PV

هر چند چیدمان پنل‌ها و آرایه‌های خورشیدی روی پلان بام و همچنین نحوه سیم‌کشی آنها به همراه چیدمان سایر قطعات به عنوان نقشه کار، برای نصابان لازم و مفید است اما صرفاً دیدن یک پلان بام بدون حضور در محل و بررسی موقعیت و مختصات جغرافیایی، شرایط و امکانات نصب، نمی‌تواند نقشه‌کشی مناسبی را به همراه داشته باشد. برای توجیه و امکان‌سنجی سامانه‌های PV علاوه‌بر نرم‌افزار اتوکد در انتهای این فصل کار عملی با نرم‌افزار meteo و PVSyst آمده است. با استفاده از این نرم‌افزارها می‌توانید مطالعات کافی برای ارائه نقشه و نوع سامانه تهیه کنید و به‌عنوان مستندات طراحی ارائه دهید. اما برای نقشه‌کشی با اتوکد، یک نمونه سامانه فتوولتاییک در اختیار شما قرار می‌گیرد تا آن را روی پلان بام پیاده‌سازی نمایید برای این منظور به‌ترتیب زیر عمل کنید:

ـ ابتدا لازم است لایه‌های شکل ۹ را در نرم‌افزار اتوکد ایجاد نمایید.

S...	Name	O...	Freeze	L...	Color	Linetype	Lineweight	Trans...	Plot St...	P...	N...
	All Used L...				BYLAY...	*Varies	Default	0	*Varies		
	+L				red	Continuous	Default	0	Color_1		
	-L				255	Continuous	Default	0	Color_...		
	0				white	Continuous	Default	0	Color_7		
	AC				mage...	Continuous	Default	0	Color_6		
	Box				252	EJES	Default	0	Color_...		
	Defpoints				white	Continuous	Default	0	Color_7		
	SIMBOLOS				161	Continuous	Default	0	Color_...		
	Text-1				160	Continuous	Default	0	Color_...		
	Text-2				21	Continuous	Default	0	Color_21		
	Wiring				102	Continuous	Default	0	Color_...		

شکل ۹- لایه‌های مورد نیاز

سپس نقشه زیر را رسم کنید. برای این کار، ابتدا علائم را ترسیم نموده و در ادامه با توجه به لایه‌های مربوط سیم‌کشی را نیز انجام داده و نقشه تک خطی را تکمیل نمایید. به مسیر سیم‌کشی قطب مثبت و منفی و سیم‌کشی اتصال زمین توجه کنید (شکل ۱۰).

شکل ۱۰-نقشه سامانه خورشیدی مستقل از شبکه

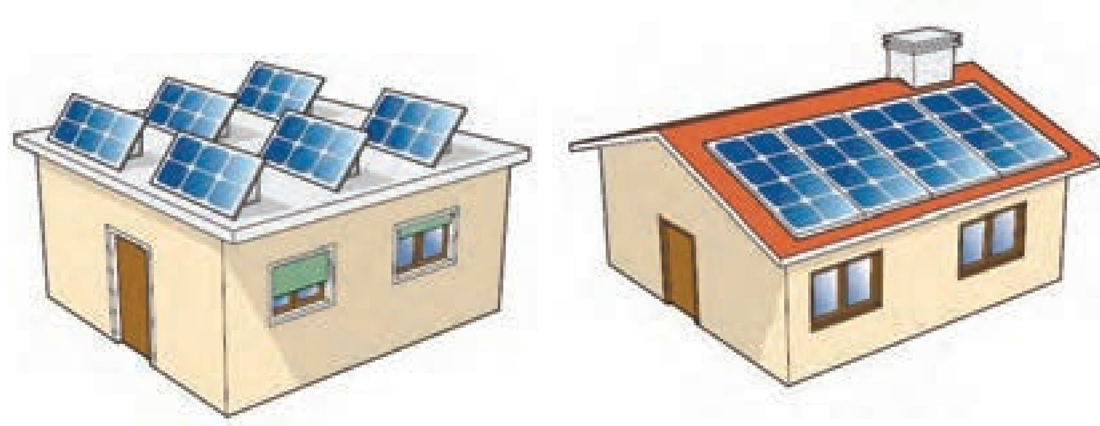
۲ـ۵ـ نرم‌افزار

برای برنامه‌ریزی، نصب و بهره‌برداری از سیستم‌های فتوولتاییک نیاز است تا ابتدا برآورد و نیازسنجی تابش نور خورشید از موقعیت و محل نصب سامانه وجود داشته باشد. همچنین ضروری است تا نقشه اولیه از پلان چیدمان و جانمایی قطعات و در نهایت سیم‌کشی قطعات سامانه انجام شود. آیا قابلیت تشخیص مقدار تابش خورشید بدون وسیله اندازه‌گیری وجود دارد؟ آیا می‌توان نمونه‌های واقعی تجهیزات سامانه را انتخاب کرد و توان خروجی را به‌دست آورد؟

در این پودمان، ابتدا با نرم‌افزار meteo نیازسنجی محلی از وضعیت تابش نور خورشید در محل نصب سامانه و مقایسه آن در شهرهای مختلف کشورمان ایران انجام می‌شود، در ادامه نرم‌افزار PVSYST معرفی شده و امکانات و قابلیت‌های آن برای برآورد تولید و مصرف انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه بررسی می‌شود. در این قسمت دو کار عملی پیش‌بینی شده است.

یکی از اهداف توسعه سامانه‌های خورشیدی، حرکت به سمت تولید انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک نصب شده روی ساختمان است. ساختمان‌هایی که مصرف انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را به طور مستقل تأمین می‌کنند (BIPV: Building Integrated PV).

نیازسنجی میزان تولید انرژی الکتریکی توسط این ساختمان‌های سبز چه به‌صورت مسطح یا شیروانی بسیار ضروری است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱ـ ساختمان‌های BIPV

بدیهی است در ساختمان‌های با بام شیروانی زاویه نصب مدول خورشیدی باید در جهت بیشترین تابش نور خورشید باشد تا بازده خروجی سامانه دارای مقدار قابل ملاحظه و مقرون به‌صرفه باشد.

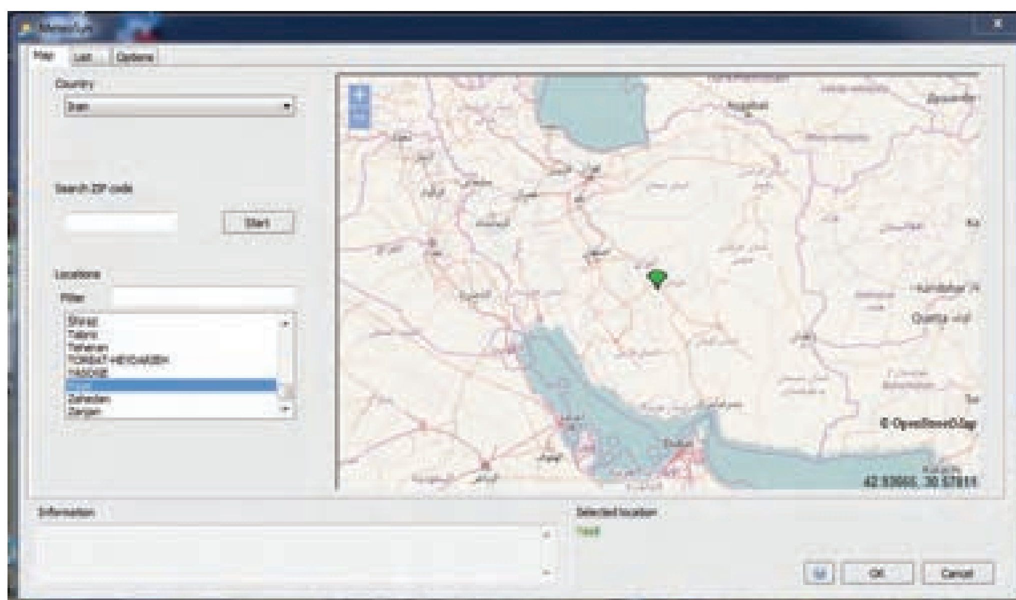
۱ـ۲ـ۵ـ امکان‌سنجی تابش خورشید با نرم‌افزار Meteo Syn

یکی از ملزومات مورد نیاز هنگام نصب و راه اندازی سامانه فتوولتاییک تعیین شدت تابش نور خورشید در محل و همچنین تعیین دقیق عرض جغرافیایی آن محل است. برای تعیین این دو پارامتر می‌توان از نرم‌افزار Meteo Syn استفاده کرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ نرم‌افزار Meteo Syn

بعد از نصب نرم‌افزار و اتصال به شبکه اینترنت در قسمت map نرم‌افزار به سادگی کشور و شهر مورد نظر قابل انتخاب است. به‌طور مثال در شکل ۱۳ کشور ایران و شهر یزد انتخاب شده است.



شکل ۱۳ـ انتخاب کشور و شهر در نرم‌افزار

یکی از قابلیت‌های دیگر این نرم‌افزار مرتب کردن شهرهای هر کشور در قسمت List از لحاظ میزان تابش نور خورشید برحسب KWh/m^{2} است. به‌طور مثال در (شکل ۱۴ـ الف) شهرهای رامسر و رشت دارای کمترین مقدار تابش است. با مرتب کردن برحسب بیشترین مقدار تابش خورشید، شهرهای چابهار و بیرجند دارای بیشترین تابش است (شکل ۱۴ـ ب).

شکل ۱۴ـ الف ـ میزان تابش به ترتیب از کمترین مقدار تابش

شکل ۱۴ـ ب ـ میزان تابش به ترتیب از بیشترین مقدار تابش

فعالیت



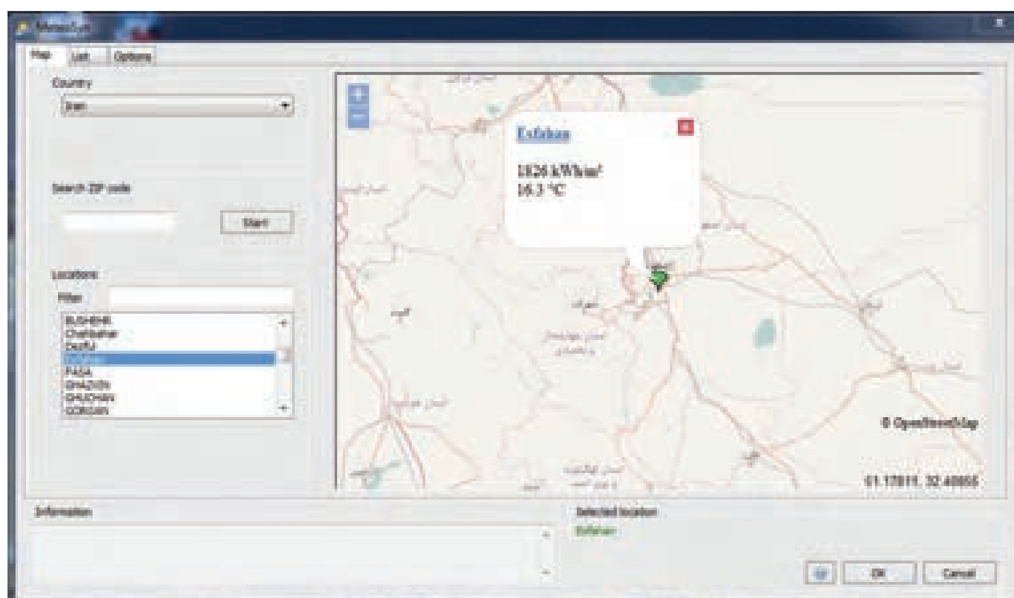
نرم‌افزار Meteo Syn را نصب کنید و عرض جغرافیایی و میزان تابش شهر محل سکونت خود را در آن جست‌وجو کنید.

توجه: حداقل میزان تابش برای مقرون به‌صرفه بودن تولید انرژی الکتریکی توسط نیروگاه سامانه فتوولتاییک تابشی برابر $1800\ KW\ {}^{h}\!/\!_{m^2}$ است.

جست‌وجو کنید: کدام یک از شهرهای کشورمان دارای سقف تابش بیش از $1800\ KW\ {}^{h}\!/\!_{m^2}$ است؟ کدام شهر تابش کمتر از این مقدار دارد؟

قابلیت‌های دیگر این نرم‌افزار تعیین دمای محیط، عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی است. البته مقادیر گفته شده در بازه زمانی تا حدود سال ۲۰۰۵ میلادی به روز رسانی شده است.

بعد از پیدا کردن شهر و محل مورد نظر نصب سامانه می‌توان با افزایش مقدار بزرگنمایی نرم‌افزار، موقعیت جغرافیایی دقیق‌تری را پیدا کرد. شهر اصفهان با تابش $1826\ KW\ {}^{h}\!/\!_{m^2}$ در دمای ۱۶/۳°C سانتیگراد در شکل ۱۵ تعیین شده است. در منتهی الیه سمت راست و پائین صفحه طول و عرض دقیق جغرافیایی محل تعیین شده نیز گزارش شده است. تعیین عرض جغرافیایی برای تنظیم زاویه نصب مدول‌های خورشیدی اهمیت دارد.



شکل ۱۵ــ تعیین میزان تابش و طول و عرض جغرافیایی در شهر اصفهان

فعالیت



محل دقیق هنرستان محل تحصیل خود را توسط نرم‌افزار پیدا کنید و مقدار تابش نور خورشید را برآورد کنید؟ آیا این مقدار تابش برای نصب نیروگاهی مقرون به‌صرفه است؟

تحقیق کنید



چرا شهرهای اهواز و دزفول در استان خوزستان (با وجودی که جزو شهرهای جنوبی و آفتابی است) در دسته‌بندی شهرهای با کمترین تابش نور خورشید برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی بعد از شهر بندر انزلی قرار گرفته است؟ چه عاملی در این دسته‌بندی تأثیرگذار بوده است؟

۳ــ۵ــ نرم‌افزار PV syst



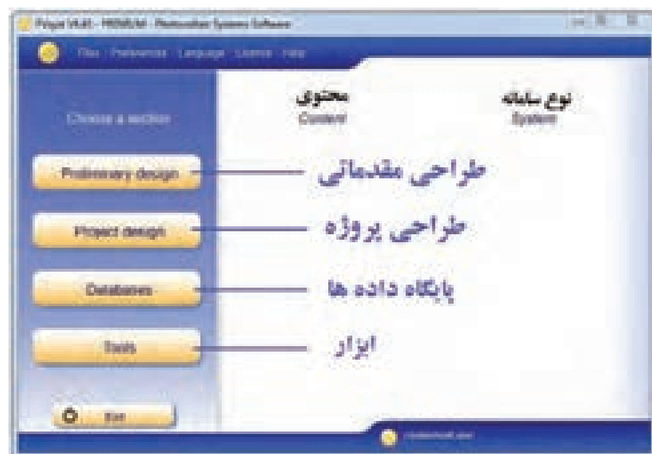
نرم‌افزار PVSyst نرم‌افزاری توانا برای شبیه‌سازی سامانه‌های فتوولتاییک متصل و مستقل از شبکه است. بسیاری از طراحان و پژوهشگران انرژی خورشیدی شبیه‌سازی را لازم و مطالعه رفتار سامانه را با این نرم‌افزار انجام می‌دهند. با استفاده از این نرم‌افزار و مهارت در به‌کارگیری می‌توان برآورد دقیقی از انتخاب قطعات سامانه و خروجی توان الکتریکی آن به‌دست آورد. اولین صفحه نمایش داده شده پس از نصب شبیه شکل ۱۶ خواهد بود. چنانکه در شکل ملاحظه می‌شود این نرم‌افزار نسخه ۶/۴۳ است.

الف) گزینه طراحی مقدماتی (Preliminary design): برای بررسی ابتدایی و سریع سامانه قابلیت دارد.

ب) گزینه طراحی پروژه (Project design): برای بررسی دقیق‌تر و تخصصی‌تر سامانه متصل و مستقل از شبکه، پمپ چاه آب و بار جریان مستقیم کاربرد دارد.

ج) پایگاه داده‌ها (Data bases): در بانک اطلاعات و محل تعریف موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه کاربرد دارد.

د) ابزار (Tools): تعریف قطعات مورد نیاز سامانه از این قسمت انجام می‌شود.



شکل ۱۶- صفحهٔ اول محیط نرم‌افزار

۱ـ۳ـ ۵ـ طراحی مقدماتی(Preliminary design):

در این قسمت کاربران نرم‌افزار به سادگی می‌توانند تحلیل بسیار ساده و مقدماتی از سامانه متصل به شبکه، مستقل از شبکه و پمپ چاه آب داشته باشند (شکل ۱۷).



(الف) پمپ چاه آب — (ب) مستقل از شبکه برق — (ج) متصل به شبکه برق

شکل ۱۷ــ طراحی ابتدایی سامانه متصل و منفصل از شبکه و پمپ آب



تحقیق کنید

چرا پروژه پمپ آب چاه در تعریف سامانه فتوولتاییک جدا دیده شده است؟

الف) محل پروژه این قسمت برای تمام طراحی‌ها مشترک است.

نام پروژه و تعیین محل نصب (کشور و محل) در صفحه شبیه شکل ۱۸ وارد می‌شود. در این نمونه نام پروژه هنرستان و شهر محل نصب شمال شرق تهران (Tehran NE) انتخاب شده است.

شکل ۱۸ــ تعیین نام و محل پروژه

بعداز تعریف این دو پارامتر با کلیک روی کلید Open Site، مشخصات بیشتری از محل نصب ارائه می‌شود، این داده‌ها شامل نام قاره و کشور، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریای آزاد و اختلاف زمانی است (شکل ۱۹).

سؤال: مقادیر زیر را تعیین کنید.

ـ ارتفاع از سطح دریا .....

ـ عرض جغرافیایی .....

ـ طول جغرافیایی ....

شکل ۱۹ـ مشخصات محل نصب

خط افق تابش خورشید (Horizon): بررسی وضعیت تابش خورشید از طلوع تا غروب و میزان اثر سایه در طول روز در منحنی نشان داده شده است. این منحنی، تابش نور خورشید در جهت جنوب جغرافیایی را نشان می‌دهد (شکل ۲۰) بین ساعت ۹ صبح تا ۱۵ بیشترین تابش وجود دارد.



شکل ۲۰ــ خط افق تابش خورشید

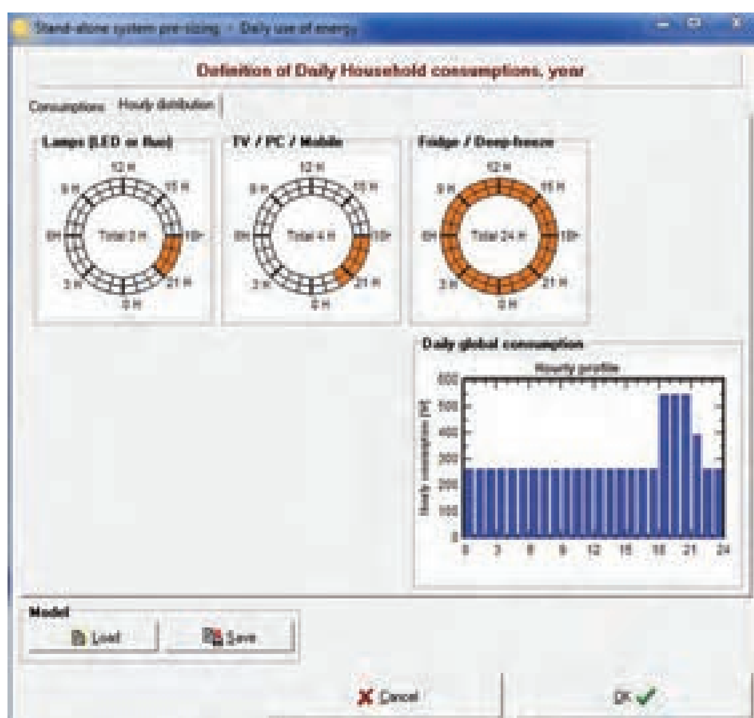
تعیین مصرف‌کننده‌ها (مصرف روزانه): برای تعیین مصرف‌کننده‌ها، تعداد، توان و نوع آنها و تعریف مقدار مصرفی که تولید انرژی الکتریکی از طریق سامانه دارند از گزینه Useris need از صفحه اول استفاده می‌شود. می‌توان آنها را تعریف کرد در شکل ۲۱ این مصرف‌کننده‌ها و ساعات کار آنها قابل تعریف شده است. لامپ (LED یا فلورسنت)، تلویزیون، مصارف خانگی، یخچال و فریزر، ظرف‌شویی و دیگر مصرف‌کننده‌ها تعریف شده است. برای تعیین آنها باید تعداد (Number)، توان (Power) و استفاده روزانه (Daily use) تعیین شود و در آخر جمع توان نهایی برای ۲۴ ساعت مشخص شود.

شکل ۲۱ــ تعیین نوع و تعداد مصرف‌کننده‌ها

با تکمیل این صفحه جمع توان مصرفی روزانه و ماهانه با بررسی و تحلیل سالانه، ماهانه و فصلی قابل بررسی است.

تذکر: یخچال و فریزر تنها مصرف‌کننده‌ای است که به‌صورت پیش فرض ۲۴ ساعت در مدار قرار دارد.

بعد از تعریف مصرف‌کننده‌ها در صفحه جدید توزیع ساعت (Hourly distribution) ساعت کار به تفکیک هر مصرف کننده، محدوده ساعات کار آن مصرف‌کننده مانند شکل ۲۲ تعریف شود. با انتخاب ساعت مصرف در محدوده شبانه روز جمع ساعت مصرف در مرکز نمودار دایره‌ای نمایش داده شده و منحنی آن در گوشه صفحه ترسیم می‌شود. در مثال یاد شده ۱۵ عدد لامپ، یک تلویزیون و یک یخچال تعیین شده است.



شکل ۲۲ـ تعیین ساعات کار مصرف کننده

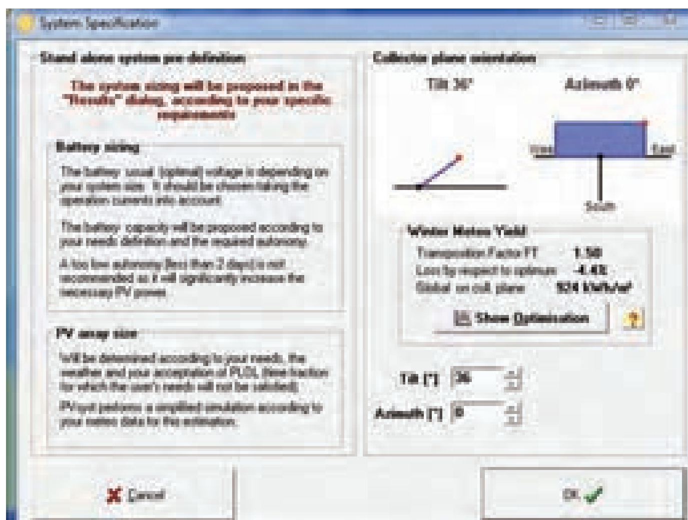
تعریف جهت و زاویه نصب مدول خورشیدی

الف) زاویه نصب (tilt): زاویه نصب مدول خورشیدی مطابق با عرض جغرافیایی که قبلاً از نرم‌افزار meteo استخراج شده قابل دسترسی است.

ب) جهت نصب (Azimith): جهت نصب مدول خورشیدی در ایران همیشه به سمت جنوب بوده و مقدار آن صفر خواهد بود.

در شکل ۲۳ زاویه ۳۶ درجه و جهت آن صفر درجه تعیین شده است.

تذکر: انتخاب بهینه جهت نصب و زاویه باعث کمترین تلفات (Optimum Loss by respect to) و بیشترین تابش نور خورشید با ضریب انتقال مناسب خواهد بود.



شکل ۲۳ــ زاویه و جهت نصب مدول


فعالیت

شهر محل تحصیل خود را در نرم‌افزار تعریف کنید، زاویه و جهت نصب آن را وارد کنید. مقدار تابش چقدر پیش‌بینی می‌شود؟

نتایج نهایی

پس از وارد کردن مصرف‌کننده‌ها و تعیین جهت و زاویه نصب مدول با کلیک روی دکمه Results می‌توان نتایج نهایی حاصل از تحلیل نرم‌افزار را بررسی کرد (شکل ۲۴) . منحنی‌های میله‌ای به رنگ قرمز و سبز گزارش شده است منحنی‌های قرمز رنگ، توان تولیدی در دسترس توسط سامانه خورشیدی و منحنی سبزرنگ مقدار توان الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده را به تفکیک ۱۲ ماه سال نشان داده است.



شکل ۲۴ــ منحنی نتایج به‌دست آمده

سؤال



توان تولید شده در ماه‌های ژوئن و جولای (حدود خرداد و تیرماه) تفاوت زیادی با توان مصرفی در مقایسه با ماه‌های ابتدا و انتهای سال دارد علت این تفاوت چیست؟

توان آرایه (وات)، ظرفیت باتری (آمپر ساعت)، قیمت تمام شده (یورو) پروژه و ارزش انرژی تولید شده (یورو برکیلو وات ساعت) نتایج نهایی تحلیل قطعات سامانه برای بارهای تعیین شده است (شکل ۲۵).

Results

Array nom. power	631	Wp
Battery capacity	501	Ah
Investment cost	6750	EUR
Energy cost	1.22	EUR/kWh

شکل ۲۵ـ نتایج به‌دست آمده



کار عملی

مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک سامانه فتوولتاییک با مصارف جدول ۱ برای مصرف یک ماه به‌دست آورید.

جدول ۱- مصرف کننده و توان آن

ردیف	نام مصرف کننده	تعداد	توان (وات)	جمع توان (وات)	ساعت کار روزانه
۱	یخچال	۱	۱۰۰	۱۰۰	۲۴ ساعت
۲	تلویزیون LED	۱	۳۵۰	۳۵۰	۳ ساعت
۳	لامپ روشنایی LED	۶	۱۳۰	۷۸۰	۴ ساعت
۴	سماور برقی	۱	۱۰۰۰W	۱۰۰۰	۱ ساعت
۵	کولر آبی	۱	۵۰۰ W	۵۰۰	۳ ساعت

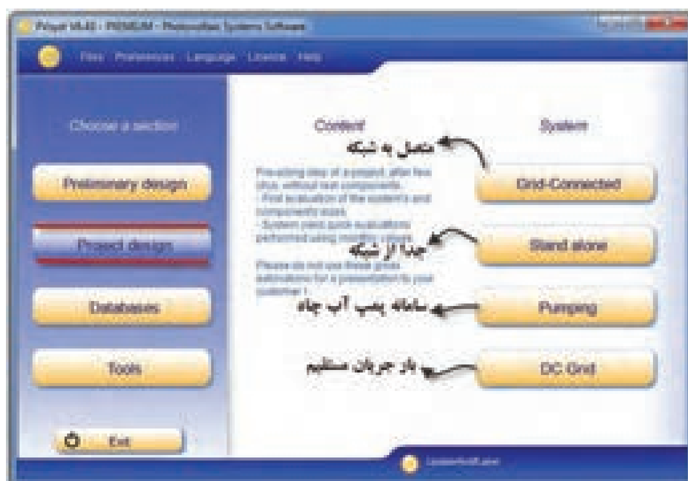
۲ـ۳ـ۵ـ طراحی پروژه(Project design): در قسمت طراحی پروژه، شاخه‌های زیر برای تعیین و شبیه‌سازی قطعات سامانه تعریف شده است (شکل ۲۶).

الف) سامانه متصل به شبکه (Grid ـ Connected)

ب) سامانه مستقل از شبکه (Stand alone)

ج) سامانه پمپ چاه آب (Pumping)

د) بار جریان مستقیم (DC Grid)



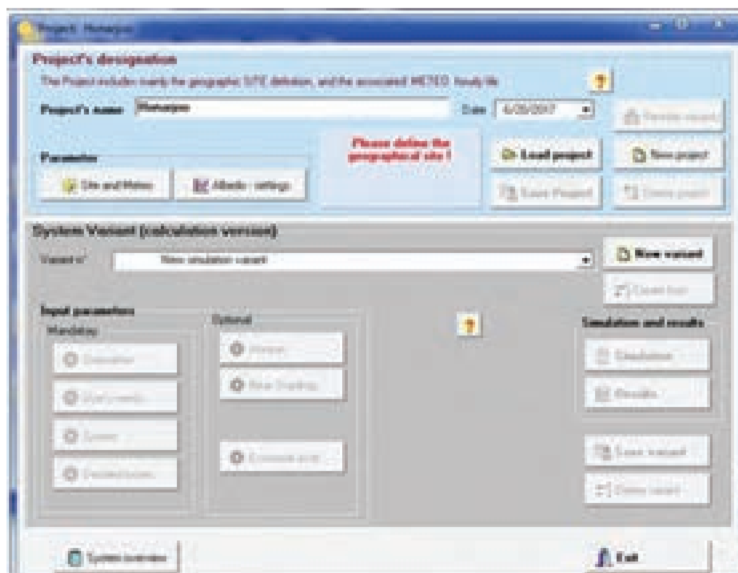
شکل۲۶ـ زیر شاخه‌های گزینه Project design

طراحی پروژه از نظر ارائه جزئیات قطعات سامانه از طراحی مقدماتی مفصل‌تر و پیشرفته‌تر است. در این حالت نوع و مدل قطعات اصلی نظیر مدول خورشید، کنترل شارژ، باتری قابل تعیین و در نهایت شبیه‌سازی است. البته مراحل اولیه ورود اطلاعات با حالت طراحی مقدماتی مشابه است.

۳ـ۳ـ۵ـ سامانه مستقل از شبکه (stand alone)

الف) تعیین پروژه: در این صفحه داده‌هایی شامل نام پروژه، تاریخ ورود اطلاعات، تعیین پارامترها و بارگذاری پروژه قرار دارد (شکل ۲۷). اولین کار در این صفحه تعریف پروژه جدید (New project) است. در این نمونه نام پروژه Honarjoo تعریف شده است.

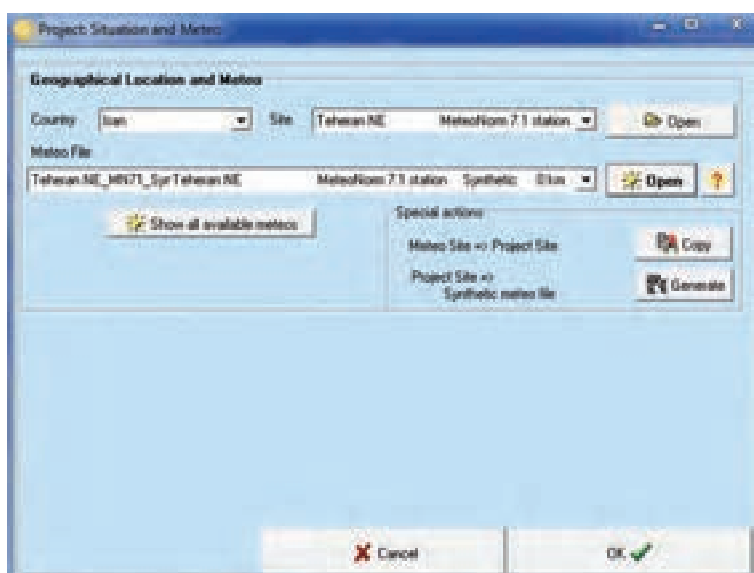
سامانه مستقل از شبکه مجهز به باتری بوده و در فواصل عدم تابش نور خورشید انرژی ذخیره شده را به مصرف‌کننده منتقل می‌کند. اگر سامانه متصل به شبکه (Grid Connected) به‌جای سامانه جدا از شبکه در این قسمت انتخاب شود علاوه‌بر قطعات سامانه جدا از شبکه مبدل یا اینورتر نیز باید انتخاب شود.



شکل ۲۷ـ تعریف داده‌های برای سامانه جدا از شبکه

ب) متغیرهای سامانه: متغیرهای سامانه از مهم‌ترین پارامترهای ورود اطلاعات به نرم‌افزار است. در نیمه پائین صفحه این متغیرها برای شبیه‌سازی در دو حالت اجباری (man Iatory) و انتخابی(Optional) تعریف شده است.

بعد از وارد کردن نام پروژه و تاریخ شبیه‌سازی از گزینه Site and Meteo، مطابق فعالیت‌های قبل شهر و منطقه محل سامانه تعیین شود به‌طور مثال در شکل ۲۸ شمال شرق شهر تهران Tehran NE انتخاب شده است. اگر شهر مورد نظر در این قسمت وجود نداشت از گزینه Open می‌توان کشور و شهر مورد نظر را برای نرم‌افزار تعریف کرد. برای امکان‌سنجی بهتر می‌توان از نرم‌افزار Meteo Syn استفاده کرد.



شکل ۲۸ــ انتخاب محل وموقعیت سامانه

توجه: بعد از تعریف سامانه و نام‌گذاری حتماً آن را ذخیره کنید. در غیر این‌صورت هر بار مجبور به ورود مجدد داده‌های اولیه خواهید شد.

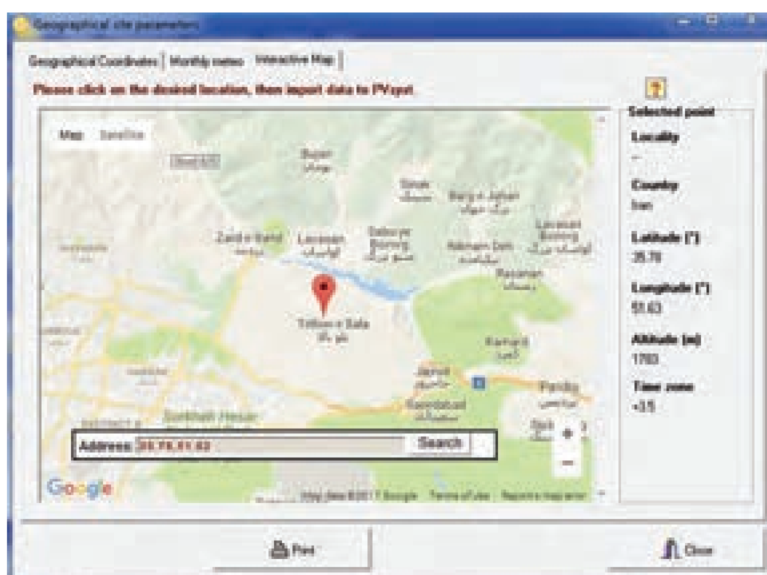
یکی از گزینه‌های این صفحه گزینه Show all Meteo available است. این گزینه به معنی نشان داده کلیه مشخصه‌های نرم‌افزار امکان‌سنجی meteo برای محل نصب است با انتخاب این گزینه و کلیک روی دکمه Open برای شمال شرق تهران داده‌هایی مانند شکل ۲۹ ارائه می‌شود. بازه زمانی و تاریخ مورد نظر در قسمت Dates قابل تعریف است.



شکل ۲۹ــ امکان سنجی Meteo برای شمال شرق تهران

عرض و شمال جغرافیایی شمال شرق تهران طبق شکل ۲۰ برابر $^\circ$۳۵/۸ و $^\circ$۵۱/۶ است و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۳ متر و اختلاف زمانی آن ۳/۵ ساعت گزارش شده است.

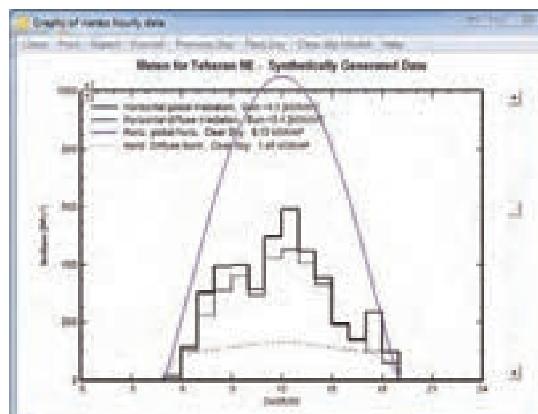
توجه: برای بررسی وضعیت جغرافیایی و دسترسی به داده‌های Meteo اتصال به شبکه اینترنت ضروری است.



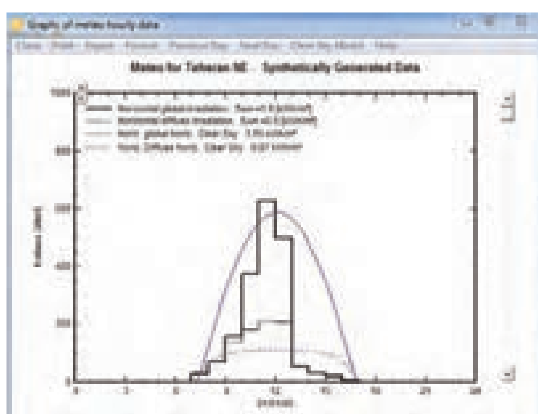
شکل ۳۰ــ موقعیت جغرافیایی محل مشخص شده

توجه: از دیگر گزینه‌های متغیر سامانه جزئیات تلفات (Data losses) و گزینه‌های افق خورشید (Horizon)، سایه‌اندازی (Newz Shading) و ارزیابی اقتصادی (elonomic eval) است. در صورت بررسی می‌توانید این موارد را مورد بررسی و تحقیق دهید.

نمودار تابش خورشید در طول روز برای ماه‌های مختلف از قابلیت‌های این قسمت نرم‌افزار است با انتخاب و کلیک روی گزینه graph منحنی شبیه شکل ۳۱ به‌دست خواهد آمد. چنانچه دیده می‌شود بیشترین مقدار تابش از ساعت ۹ صبح تا حدود ۱۶ بعدازظهر البته مقدار این تابش برای ماه‌های مختلف متفاوت است. در سمت راست منحنی تابش، یک نوار کشویی است که با تغییر وضعیت آن منحنی تابش برای ماه‌های دیگر نیز به‌دست می‌آید.



ب) ماه می



الف) ماه ژانویه

شکل ۳۱ــ منحنی تابش در دو ماه مختلف

فعالیت



نرم‌افزار PV syst را نصب کنید و سپس مقادیر عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و منحنی تابش ۲۴ساعت، محل مورد نظر را استخراج کنید. کدام ماه‌ها بیشترین مقدار تابش و کدام ماه‌ها کمترین مقدار تابش را نشان می‌دهد.

تذکر: اگر شهر مورد نظر در لیست Meteo file نرم‌افزار نباشد می‌توان از گزینه پایگاه داده‌ها یا data bases شهر مورد نظر را تعریف کرد.

فعالیت



در نرم‌افزار PVsyst شهر کرمان موجود نیست با مراجعه به گزینه data bases این شهر را برای نرم‌افزار تعریف کنید.

راهنمایی: برای این منظور از گزینه اول مربوط به موقعیت جغرافیایی پایگاه داده‌ها یا Geographical sites استفاده کنید.

● **اضافه کردن شهر در نرم‌افزار**

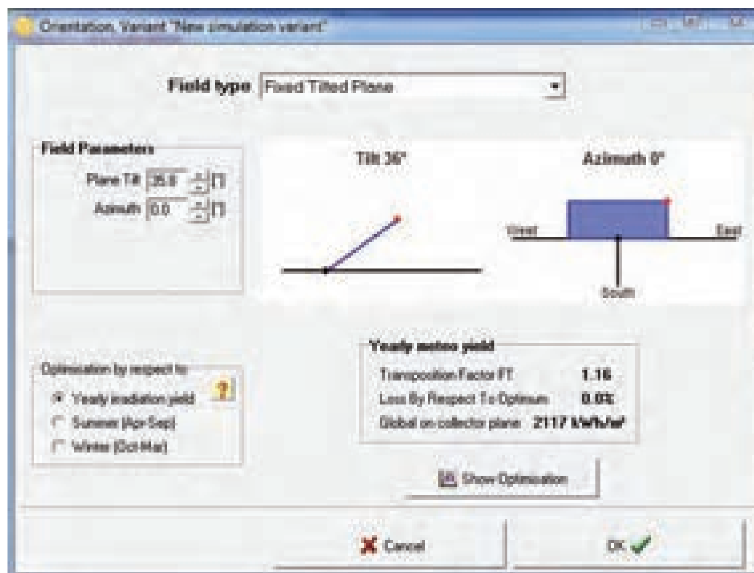
برای اضافه کردن شهر و موقعیت جغرافیایی جدید و همچنین معرفی قطعات سامانه فتوولتاییک با کلیک روی گزینه (پایگاه داده‌ها) data bases صفحه‌ای مشابه شکل ۳۲ ظاهر می‌شود.
ستون سمت چپ برای اضافه کردن موقعیت جغرافیایی و ستون سمت راست برای تعریف قطعات و تجهیزات سامانه به‌کار می رود.



شکل ۳۲ــ معرفی موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه در پایگاه داده

۴ــ۳ــ۵ــ تعریف داده‌ها:

برای وارد کردن متغیرهای سامانه که در شکل ۲۷ با عنوان input Prameters نشان داده شده است.
در قسمت داده‌های اجباری با کلیک روی گزینه جهت (Oriention) صفحه‌ای شبیه شکل ۳۳ ظاهر می‌شود.
در این صفحه می‌توان زاویه (Tilt) و جهت قرار گرفتن مدول خورشیدی (Azimuth) مانند قبل را انتخاب کرد.



شکل ۳۳ـ جهت و زاویه قرار گرفتن مدول خورشیدی

اغلب، پایه‌ها و سازه‌های پنل‌های خورشیدی ثابت است پس در گزینه بالای صفحه نصب ثابت Fixed Tilted Plane انتخاب می‌شود.

یادآوری: مقدار زاویه برمبنای عرض جغرافیایی شهر محل نصب و جهت نصب مدول نیز همیشه جنوب انتخاب می‌شود.

توجه: اگر مقدار زاویه درست انتخاب شود مقدار تلفات Loss نشان داده شده صفر خواهد بود.

فعالیت

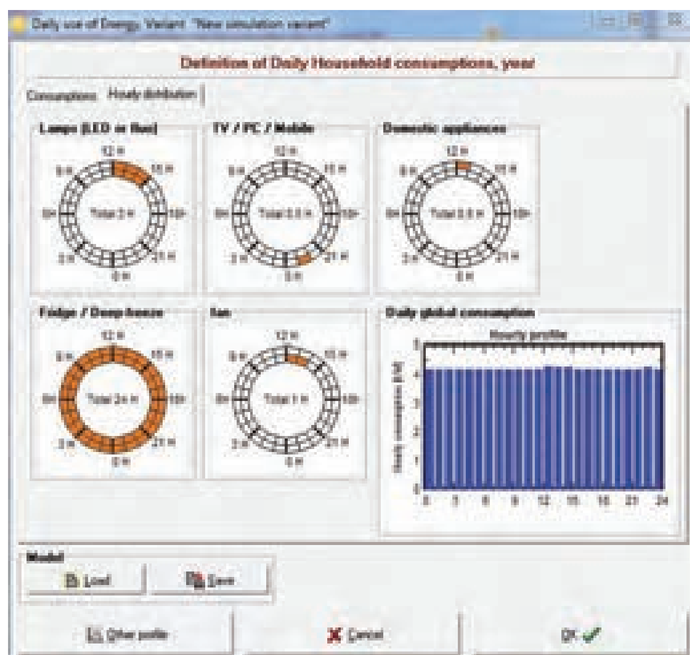


شهر محل تحصیل خود را در نرم‌افزار تعریف کرده و با انتخاب دقیق عرض جغرافیایی آن مقدار زاویه (Tilt) را به نحوی تعریف کنید تا بخش تلفات (loss) کمترین تلفات و بیشترین تابش را نشان دهد.

بعد از تعیین زاویه و جهت مدول خورشیدی درتعریف ورودی‌های اجباری در قسمت احتیاجات کاربر (Users needs) باید مصرف‌کننده‌های مورد نیاز و تعداد و توان آنها تعریف شود (شکل ۳۴).

شکل ۳۴ـ تعریف مصرف‌کننده‌ها

در قسمت توزیع ساعات کار مصرف‌کننده و یا Hourly distribution باید محدوده ساعت مصرف‌کننده‌ها تعریف شود (شکل۳۵).



شکل ۳۵ـ محدوده زمان استفاده از مصرف‌کننده‌ها

۵ ـ۳ـ۵ ـ انتخاب باتری:

برای تعیین باتری از قسمت Storage می‌توان نوع باتری را متناسب با مقدار مصرف پیشنهاد داد.
و در قسمت بعد PV Arrey مدول خورشیدی برای سامانه تعریف می‌شود. باتری نوع ولتاژ (Volta) با مشخصه ۱۲V، ۱۰۰Ah در شکل ۲۶ تعریف شده است. با توجه به توان پیشنهادی مصرفی نرم‌افزار تعداد ۸ عدد باتری سری شده از این مدل را پیشنهاد می‌دهد.

تذکر: مشخصات باتری انتخاب شده با مدول خورشیدی و با کنترل شارژ نیز باید سازگار باشد. در غیراین‌صورت درگوشه صفحه پیام هشدار و خطا داده می‌شود. در شکل ۳۶ خطای عدم تطابق خروجی کنترل شارژ و باتری دیده می‌شود.



شکل ۳۶ـ باتری انتخاب شده سازگاری ندارد

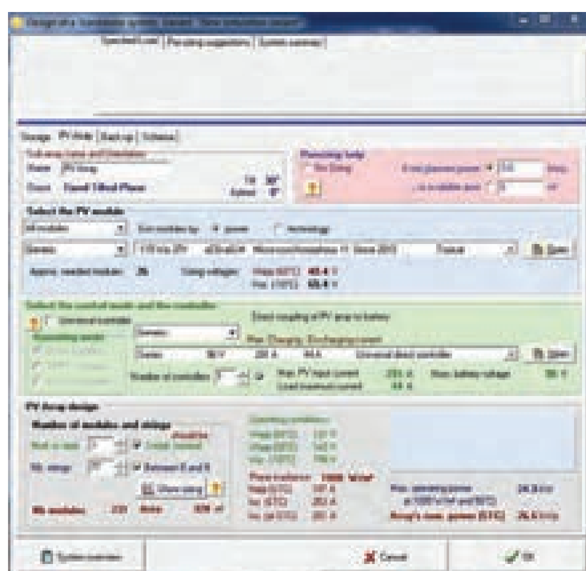
بعد از تعریف باتری‌ها، نرم‌افزار درخواست معرفی مدل و نوع مدول خورشیدی و به دنبال آن دستگاه کنترل شارژ خواهد داشت. با انتخاب صحیح کنترل شارژ که در مرحله بعد انجام می‌شود پیغام خطا از پائین صفحه نشان داده شده در شکل ۳۷ حذف می‌شود.



شکل ۳۷ــ تعریف و انتخاب صحیح باتری در نرم‌افزار

با تعریف صحیح باتری و کنترل شارژ و مدول خورشیدی پیام خطا برطرف شده و می‌توان این انتخاب را برای شبیه سامانه تعریف کرد (شکل۳۸).

با تغییر توان مدول خورشیدی تعداد مدول‌های مورد نیاز نیز تغییر خواهد کرد. نمونه انتخاب شده در این نمونه مدول ۱۱۵W و ۳۷ ولت از مدل Generic است. دستگاه کنترل شارژ انتخاب شده نیز از مدل Generic با مشخصات داده شده است.



شکل ۳۸ ــ مقادیر مدول PV، کنترل شارژ

توجه: مشخصات به‌دست آمده در مثال گفته شده تصادفی و انتخابی است.
محدوده ولتاژ تولید شده در مدول خورشیدی بین ۴۰/۴ تا ۶۵/۸ ولت با دو دمای مختلف پیشنهاد شده است.
مشخصات دیگری که در این شبیه سازی قابل بررسی است به شرح زیر است.

- توان مدول خورشیدی ۳ Kw
- نوع و برند مدول خورشیدی Generic، ۲۶ عدد، ۳ تا سری شده و تعداد رشته‌ها بین ۶ تا ۹ رشته مدول
- کنترل شارژ Generic، یک عدد، ۹۶ ولت
- زاویه نصب مدول ۳۰° به سمت جنوب
- فضای اشغال کرده ۳۲۸ m^2

فعالیت



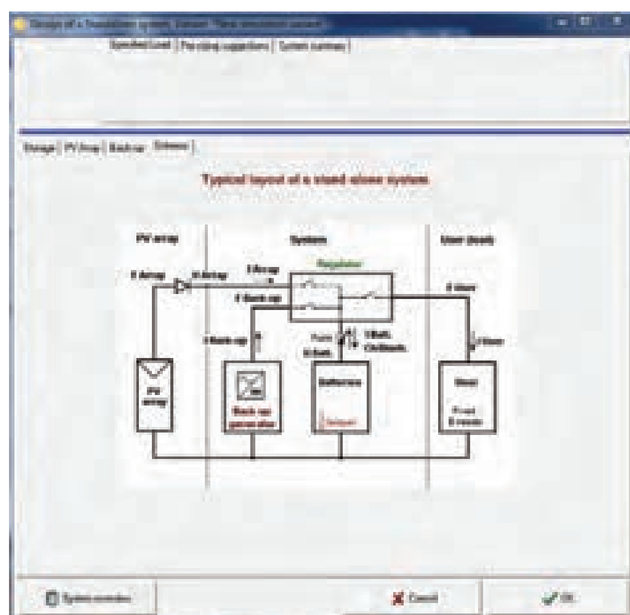
با انتخاب مدل‌های دیگر از مدول خورشیدی، کنترل شارژ و باتری تعداد مدول انتخاب شده را بهینه کنید.

۶ـ۳ـ۵ـ نقشه و اتصالات سامانه خورشیدی:
برای ترسیم و استخراج نقشه اتصالات و مدار الکتریکی سامانه با کلیک روی گزینه Schema شکل مدارالکتریکی مشابه شکل ۳۹ به‌دست می‌آید.

فعالیت



قطعات مختلف سامانه خورشیدی را روی نقشه شمای فنی تعیین کنید.



شکل ۳۹ـ شمای فنی پیشنهادی سامانه جدا از شبکه

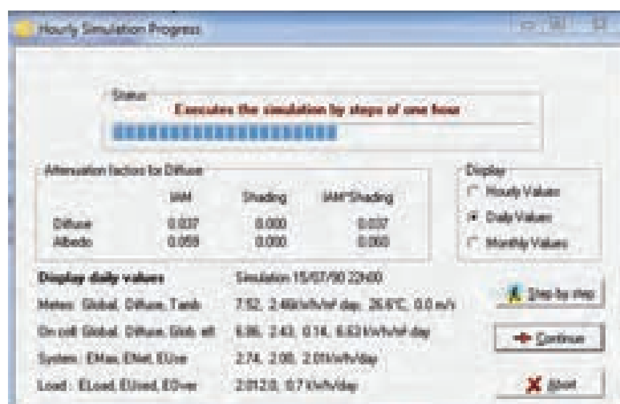
۷ـ۳ـ۵ـ شبیه‌سازی:

شبیه‌سازی آخرین مرحله و چکیده اطلاعات فنی سامانه است. در این قسمت در یک نگاه می‌توان به تفسیر وضعیت شبیه‌سازی و انتخاب صحیح قطعات پی برد. مطابق شکل ۴۰ با کلیک روی گزینه Simulation شبیه‌سازی آغاز می‌شود (شکل ۴۱ـ الف).

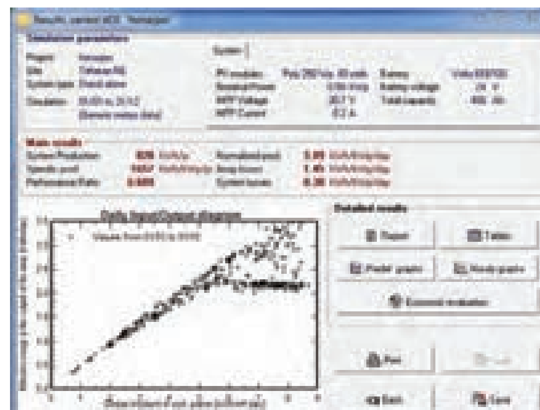
اگر انتخاب پارامترها و شرایط درست اتفاق افتاده باشد منحنی شبیه‌سازی شده وضعیت مناسب‌تری نشان می‌دهد. به عنوان نمونه در شکل ۳۱ـ ب به دلیل انتخاب تقریبی و غیردقیق دیاگرام شکل خطی ندارد و نقاط از خط خارج شده است. هر چه انتخاب دقیق‌تر باشد نمودار خطی‌تر خواهد بود.



شکل ۴۰ ـ شبیه‌سازی



(الف)



(ب)

شکل ۴۱ـ در حال شبیه‌سازی

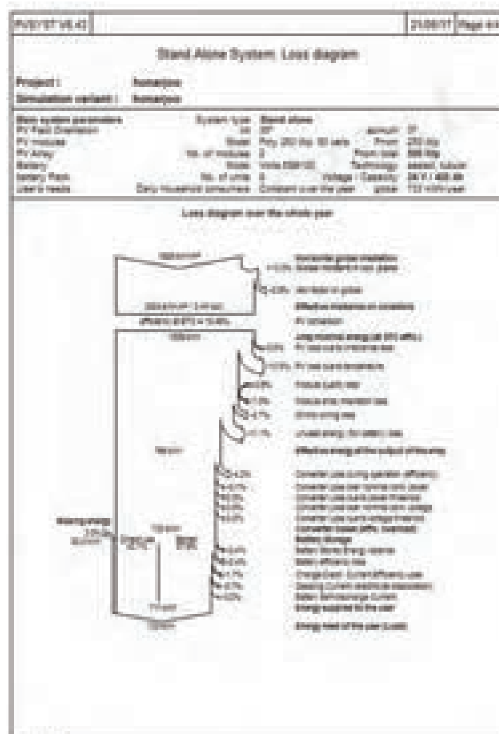
شبیه‌سازی پروژه هنرجو در این قسمت به اتمام رسید و اطلاعات نهایی سامانه به شرح شکل ۴۲ قابل مطالعه است.

گزارش گیری را شبیه‌سازی، چنانکه نیاز به گزارش گیری از پروژه هنرجو با فرمت Pdf و چاپ آنها باشد با کلیک بر کلید Report در شکل ۴۲ـ ب می‌توان گزارش گیری را انجام داد (شکل۴۲). در این نمونه ۴ صفحه گزارش شامل همه داده‌ها و تحلیل آنها از پروژه استخراج شده است.

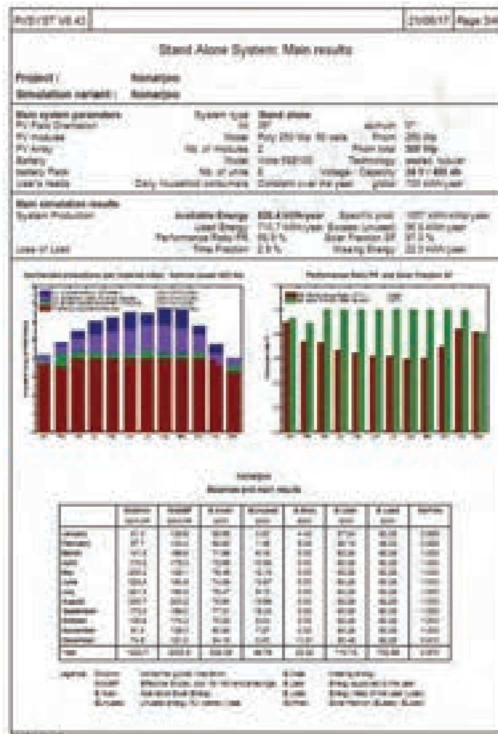
الف

ب

شکل ۴۲ـ گزارش نهایی پروژه



ج



د



کار عملی

یک سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه با توان نامی ۲/۵ Kw تعریف کرده و مشخصات اجزای سامانه (باتری، مدول خورشیدی، کنترل شارژ و ارزیابی اقتصادی) را استخراج و در نهایت گزارش چاپ شده آن را به مربی مربوطه ارائه کنید.

ارزشیابی شایستگی نقشه‌کشی و نرم‌افزار

شرح کار:
نقشه‌کشی همبندی، خانه هوشمند، سامانه فتوولتاییک
تعیین شدت تابش خورشید و عرض جغرافیایی محل نصب سامانه فتوولتاییک
تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک توسط نرم‌افزار
شبیه‌سازی سامانه مستقل از شبکه

استاندارد عملکرد: نقشه‌کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند با اتوکد، امکان‌سنجی و شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه با نرم‌افزار Meteosyn و نرم‌افزار Pvsyst

شاخص‌ها: نقشه‌کشی همبندی و خانه هوشمند در محیط اتوکد، نرم‌افزار Meteosyn و نرم‌افزار Pvsyst
تعیین قطعات و متغیرهای سامانه فتوولتاییک توسط نرم‌افزار
شبیه‌سازی سامانه مستقل از شبکه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: سایت رایانه، نرم‌افزار شبیه‌سازی، نرم‌افزار اتوکد
ابزار و تجهیزات: رایانه، چاپگر، وایت‌برد، ویدئو پروژکتور

معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نقشه‌کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند	۲	
۲	تعیین عرض جغرافیایی و شدت تابش خورشید	۱	
۳	تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک	۲	
۴	شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه	۱	
شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی		۲	
میانگین نمرات			*

* **حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.**

منابع و ماخذ:

● برنامه درسی رشته الکترونیک ۱۳۹۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.

● احمدی محمد مهدی و ...، ۱۳۹۵، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، نگهداری و تعمیر سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی مکاترونیکی،

● سایت سازمان بهره‌وری و انرژی‌های تجدیدپذیر (ساتبا)

● جهانگیری علیرضا، حسامی زهره، ۱۳۹۱، دستورالعمل نظارت فنی بر «امکان سنجی، اجرا و نگهداری نیروگاه کوچک مقیاس خورشیدی»،معاونت خدمات شهری ـ ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران،

● ضرورت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه، گروه مطالعات اقتصادی و استراتژیک، ۱۳۹۵

● راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۳

● جزوات آموزشی شرکت فراهوشمند انرژی (آرتمن)

● کاتالوگ و دیتا شیت‌های مربوط به شرکت‌های سازنده قطعات خانه هوشمند

● مقررات ملّی ساختمان مبحث ۱۳

● راهنمای طرح و اجرای تاسیسات برقی ساختمان‌ها، (آلدیک موسسیان)

● دستورالعمل حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه، شورای مرکزی نظام مهندسی

● دستورالعمل طرح و اجرای همبندی اصلی در ساختمان‌های شورای مرکزی نظام مهندسی

● Solar PV System Maintenance Guide و GUYANA HINTERLANDS Stand- Alone Solar PV Installations و April ۲۰۱۳

●,William Brooks, James Dunlop, March ۲۰۱۲ , Solar PV systems ,Users' maintenance guide, Australian Business Council for Sustainable Energy Photovoltaic Installer Resource Guide, north American Boared Of Certified Energy Practitioners (N A B C E P)

● Christopher kitcher, ۲۰۱۳ Practical Guide to Inspection, Testing and Certification of Electrical Installations,

● DEHN + SÖHNE – Lightning Protection Guide,3nd updated edition,۲۰۱۵

● Technical Application Papers No.۱۰, Photovoltaic plants ABB ۲۰۱۰

● André Mermoud and Bruno Wittmer, January ۲۰۱۴,
PVSYST USER'S MANUAL, Authors

● Switzerland

● www.knx.org



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان دربارهٔ کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانهٔ راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائهٔ نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب طرحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند با کد ۲۱۱۲۶۳

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	سید رضا معصومی	آذربایجان شرقی	۱۲	شکرالله بهرامی‌سامانی	چهارمحال وبختیاری
۲	ابوالفضل طالبیان	اصفهان	۱۳	حسن دانش پایه	کهگیلویه وبویراحمد
۳	مسعود حیدری نوکار	بوشهر	۱۴	رفیع نبوی	اردبیل
۴	محسن خلیلی‌زاده	کرمان	۱۵	محمد کاظمی	مازندران
۵	سینا جوادی مهریزی	یزد	۱۶	محسن محسنی	شهرستان‌های تهران
۶	سید مصطفی سیادت	سمنان	۱۷	وحید زمانی	کرمان
۷	مسعود فلاح	گیلان	۱۸	غلام احمد نظری	هرمزگان
۸	محمدصادق کرم بیگی	همدان	۱۹	بابک لرستانی	کرمانشاه
۹	علی پرورش	فارس	۲۰	قربان مردانی	شهرتهران
۱۰	صمد قادرپور	کردستان	۲۱	علی نوذری	خوزستان
۱۱	حمید چراغیان	ایلام	۲۲	احمد مرادقلی	سیستان وبلوچستان